

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANDU RUANG
BAGI TUNANETRA MENGGUNAKAN SENSOR
ULTRASONIK DAN PENENTU LOKASI
BERBASIS ATMEGA2560**

SKRIPSI

**SYAHRUL ARDIANSYAH NASUTION
75153011**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANDU RUANG
BAGI TUNANETRA MENGGUNAKAN SENSOR
ULTRASONIK DAN PENENTU LOKASI
BERBASIS ATMEGA2560**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si.)

**SYAHRUL ARDIANSYAH NASUTION
75153011**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi
Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Syahrul Ardiansyah Nasution
Nomor Induk Mahasiswa	: 75153011
Program Studi	: Fisika
Judul	: Rancang Bangun Sistem Pemandu Ruang bagi Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Penentu Lokasi Berbasis ATmega2560

dapat disetujui untuk dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 28 Januari 2020 M
03 Jumadil Akhir 1441 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,



Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd
NIP. 19750324 200710 1 001

Pembimbing Skripsi II,



Mulkan Iskandar Nasution, M.Si.
NIB. BLU1100000120

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Syahrul Ardiansyah Nasution
Nomor Induk Mahasiswa : 75153011
Program Studi : Fisika
Judul : Rancang Bangun Sistem Pemandu Ruang
bagi Tunanetra Menggunakan Sensor
Ultrasonik dan Penentu Lokasi Berbasis
ATmega2560

menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 28 Januari 2020



Syahrul Ardiansyah Nasution
NIM. 75153011



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235
Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683
Url: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: 052/ST/ST.V.2/PP.01.1/02/2020

Judul : Rancang Bangun Sistem Pemandu Ruang bagi
Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik dan
Penentu Lokasi Berbasis ATmega2560
Nama : Syahrul Ardiansyah Nasution
Nomor Induk Mahasiswa : 75153011
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan
dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Selasa, 28 Januari 2020
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,

Ketua

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 19811106 200501 1 003

Dewan Penguji,

Penguji I,

Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19750324 200710 1 001

Penguji II,

Mulkan Iskandar Nasution, M.Si.
NIB. BLU1100000120

Penguji III,

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 19811106 200501 1 003

Penguji IV,

Nazaruddin Nasution, M.Pd.
NIB. BLU1100000070

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. H. M. Jamil, M.A.
NIP. 19660910 199903 1 002

ABSTRAK

Telah dilakukan rancang bangun sistem pemandu ruang bagi tunanetra yang bertujuan untuk menghasilkan alat bantu tunanetra berupa tongkat elektronik menggunakan sensor ultrasonik dan penentu lokasi berbasis mikrokontroler ATmega2560. Prototipe tersebut dilengkapi dengan sensor ultrasonik HC-SR04, DFPlayer Mini, Modul GPS, dan Modul GSM. Adapun untuk pendeteksi halangan digunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang dipasang pada arah depan, kanan, dan kiri. Hasil pengukuran sensor ultrasonik arah depan, kanan, dan kiri menunjukkan nilai presisi yang sangat tinggi atau sesuai dengan SNI dan SI sebesar 99,93%, 99,92%, dan 99,93% dikarenakan pengukuran waktu dilakukan secara berulang-ulang pada setiap sensor. Sebagai indikator bunyi digunakan DFPlayer Mini yang berfungsi sebagai penanda jarak berupa suara yang terhubung dengan *headphone*. Modul GPS dipasang pada tongkat untuk mengetahui posisi koordinat pengguna alat yang kemudian SMS berupa koordinat akan dikirim dengan modul GSM ke *handphone* keluarga jika ada panggilan masuk pada alat lalu SMS tersebut dapat diakses melalui *Google Maps*. Hasil penelitian yang dilakukan di luar ruangan didapat perbedaan jarak Longitude dan Latitude antara *Google Maps* dan modul GPS yaitu ± 10 m serta memiliki delay SMS sebesar 5 detik.

Kata-Kata Kunci: Tongkat Tunanetra ATmega2560, Sensor Ultrasonik HC-SR04, DFPlayer Mini, Modul GPS-GSM, *Google Maps*.

ABSTRACT

The design of the space guidance system for the visually impaired aims to produce a visual aid in the form of an electronic wand using ultrasonic sensors and a locator based on the ATmega2560 microcontroller. The prototype is equipped with ultrasonic sensors HC-SR04, DFPlayer Mini, GPS Module, and GSM Module. As for the detection of obstacles, the HC-SR04 ultrasonic sensor is used which is mounted on the front, right and left. The measurement results of ultrasonic sensors in the front, right, and left directions show very high precision values or according to SNI and SI of 99.93%, 99.92%, and 99.93% because time measurements are carried out repeatedly at each sensor. DFPlayer Mini is used as a sound indicator which functions as a distance marker in the form of sound connected to headphones. The GPS module is installed on the stick to find out the position of the user's coordinates, and then an SMS in the form of coordinates will be sent by the GSM module to the family cellphone if there is an incoming call on the device and the SMS can be accessed via Google Maps. The results of research conducted outside the room obtained differences in Longitude and Latitude distances from Google Maps and GPS module namely ± 10 m and has an SMS delay of 5 seconds.

Keywords: *Blind Stick ATmega2560, Ultrasonic Sensor HC-SR04, DFPlayer Mini, GPS-GSM Module, Google Maps.*

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji dan Syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem Pemandu Ruang bagi Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Penentu Lokasi Berbasis ATmega 2560”** dapat diselesaikan dengan baik sesuai waktu yang direncanakan.

Pada kesempatan kali ini penulis banyak mendapat motivasi dan bimbingan dari beberapa pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut membantu.

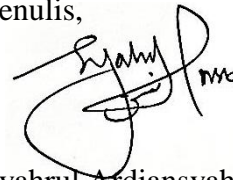
1. Prof. Dr. H. Saidurrahman, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Dr. H. M. Jamil, M.A. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika dan Dosen Penasihat Akademik yang telah membimbing penulis selama menjalani perkuliahan.
4. Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd. dan Mulkan Iskandar Nasution, M.Si. selaku Dosen Pembimbing skripsi yang sangat banyak membantu penulis mulai dari memberi semangat, membantu dalam penelitian, dan juga pemikiran beliau di saat penulis menghadapi suatu kendala.
5. Rakhmat Kurniawan, M. Kom. selaku Kepala Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan beserta staf-stafnya.
6. Ucapan terima kasih kepada orang tua tercinta yang telah membesarkan, mendidik, memberi motivasi, serta do'a dan kasih sayang yang selalu mereka berikan sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian ini.

Dalam penulisan skripsi ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin dan menyadari masih jauh dari kata sempurna, jadi penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun. Penulis berharap semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi Program Studi Fisika khususnya di bidang Fisika Instrumentasi.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, 28 Januari 2020

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Syahrul' followed by a stylized 'P' and 'me'.

Syahrul Ardiansyah Nasution
NIM. 75153011

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tunanetra	5
2.2. Keistimewaan Penyandang Tunanetra Dalam Ajaran Islam	6
2.3. Mikrokontroler	7
2.3.1. Mikroprosesor, Mikro-komputer, dan Mikrokontroler.....	8
2.3.2. Mikrokontroler ATmega2560.....	8
2.3.3. Diagram Blok ATmega2560.....	10
2.3.4. Konfigurasi Pin ATmega2560	11
2.4. Sensor.....	15
2.4.1. Sensor Ultrasonik.....	15
2.4.2. Cara Kerja Sensor Ultrasonik	16
2.5. Karakteristik Sensor	17
2.5.1. Fungsi Transfer dan Koefisien Korelasi	18

2.5.2. Sensitivitas (<i>Sensitivity</i>).....	20
2.5.3. Presisi (<i>Precision</i>).....	21
2.5.4. Akurasi (<i>Accuracy</i>).....	22
2.6. DFPlayer Mini	23
2.7. Modul GPS NEO-6M	23
2.8. Modul GSM/GPRS SIM800L.....	24
2.9. <i>Real Time Clock</i> (RTC)	25
2.10. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	27
3.1.1. Lokasi Penelitian.....	27
3.1.2. Waktu Penelitian.....	27
3.2. Alat dan Komponen Penelitian	27
3.3. Rancangan Penelitian.....	28
3.4. Prosedur Penelitian	29
3.5. Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) Penelitian.....	30
3.6. Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) Perancangan Program.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Hasil Penelitian	32
4.1.1. Sensor Ultrasonik	32
4.1.2. DFPlayer Mini	41
4.1.3. Pengujian Modul GPS	42
4.1.4. Pengujian Modul GSM	43
4.2. Pembahasan Penelitian.....	44
4.3. Kelebihan dan Kekurangan Penelitian.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1. Kesimpulan	46
5.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN-LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kuat Hubungan Antar Variabel	20
Tabel 3.1. Alat Penelitian	27
Tabel 3.2. Komponen Penelitian	28
Tabel 4.1. Perbandingan s_n dengan s Arah Depan	32
Tabel 4.2. Perbandingan s_n dengan s Arah Kanan	33
Tabel 4.3. Perbandingan s_n dengan s Arah Kiri	34
Tabel 4.4. Menghitung Fungsi Transfer dan Koefisien Korelasi Sensor Arah Depan	36
Tabel 4.5. Menghitung Fungsi Transfer dan Koefisien Korelasi Sensor Arah Kanan	38
Tabel 4.6. Menghitung Fungsi Transfer dan Koefisien Korelasi Sensor Arah Kiri	39
Tabel 4.7. Pengujian Modul GPS	42
Tabel 4.8. Pengujian Modul GSM.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	IC Mikrokontoler.....	7
Gambar 2.2.	Perbedaan Mikroprosesor dan Mikrokontroler	8
Gambar 2.3.	Mikrokontroler ATmega2560	9
Gambar 2.4.	Diagram Blok ATmega2560	10
Gambar 2.5.	Konfigurasi Pin ATmega2560.....	11
Gambar 2.6.	Sensor Ultrasonik	15
Gambar 2.7.	Cara Kerja Sensor Ultrasonik.....	16
Gambar 2.8.	Timing HC-SR04.....	17
Gambar 2.9.	Korelasi Positif (Kiri) dan Korelasi Negatif (Kanan).....	20
Gambar 2.10.	Grafik Error Presisi.....	21
Gambar 2.11.	Grafik Koefisien Korelasi Linier.....	22
Gambar 2.12.	DFPlayer Mini	23
Gambar 2.13.	Modul GPS NEO-6M	24
Gambar 2.14.	Modul GSM/GPRS SIM800L	25
Gambar 2.15.	<i>Real Time Clock</i> (RTC)	26
Gambar 2.16.	LCD 2×16.....	26
Gambar 3.1.	Diagram Blok Alat Secara Keseluruhan.....	28
Gambar 3.2.	Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 3.3.	Diagram Alir Perancangan Program	31
Gambar 4.1.	Grafik Hubungan Antara Hasil Perhitungan Jarak Sensor Arah Depan dengan Pulsa Pin <i>Echo</i>	37
Gambar 4.2.	Grafik Hubungan Antara Hasil Perhitungan Jarak Sensor Arah Kanan dengan Pulsa Pin <i>Echo</i>	39
Gambar 4.3.	Grafik Hubungan Antara Hasil Perhitungan Jarak Sensor Arah Kiri dengan Pulsa Pin <i>Echo</i>	41
Gambar 4.4.	Tampilan Data Lokasi Tunanetra Pada LCD Datetime 1	42
Gambar 4.5.	Tampilan Data Lokasi Tunanetra via <i>Google Maps</i> Datetime 1	42
Gambar 4.6.	Bentuk SMS yang Dikirim Otomatis dari Tongkat Tunanetra....	43
Gambar 4.7.	Hasil Pembuatan Prototipe Alat	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Rancangan Rangkaian	50
Lampiran 2.	Sketch Program	51
Lampiran 3.	Data Hasil Pengukuran	57
Lampiran 4.	Pengujian Modul GPS	66
Lampiran 5.	Gambar Prototipe Alat	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mata merupakan salah satu panca indra yang sangat penting bagi manusia. Adanya mata maka manusia dapat melihat objek dan mengirim informasi tersebut ke dalam otak. Retina pada organ penglihatan dapat mendeteksi cahaya, selain itu juga dapat mengetahui apakah lingkungan sekitarnya gelap atau terang. Mata yang lebih kompleks dipergunakan untuk memberikan pengertian visual. Sehingga organ penglihatan memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia terutama dalam aktivitas sehari-hari (Andreas, 2016).

Apabila seseorang mengalami gangguan pada indra penglihatannya, maka informasi yang diperolehnya tidak akan sebaik dengan orang berpenglihatan normal sehingga kemampuan untuk beraktivitas menjadi lebih terbatas. Gangguan penglihatan tersebut dikarenakan kecelakaan, faktor usia, faktor penyakit, maupun faktor kerusakan mata sejak lahir. Orang yang mengalami gangguan pada indra penglihatannya biasa disebut dengan tunanetra. Menurut data yang dilansir Badan Pusat Statistik (BPS) Tahun 2016 disebutkan bahwa jumlah penyandang tunanetra sebesar 1-1,5% dari total 237 juta penduduk Indonesia atau sekitar 3,75 juta penyandang tunanetra. Sekitar 40% dari 3,75 juta penyandang tunanetra di Indonesia adalah anak-anak usia sekolah yang masih dalam usia produktif (Supriyadi, 2018).

Dalam kehidupan sehari-hari penyandang tunanetra mengalami kesulitan untuk beraktivitas dikarenakan keterbatasan penginderaan yang dialami, karena aktivitas dilakukan lebih bergantung kepada orang lain, maka dari itu timbul pemikiran penulis bagaimana membantu penderita tunanetra dengan membuat dan merancang alat berupa tongkat yang dapat mendeteksi suatu benda atau rintangan

yang ada di sekitarnya. Tongkat bantu tunanetra adalah sebuah alat bantu untuk mempermudah aktivitas penyandang tunanetra, tongkat ini akan dilengkapi dengan teknologi mikrokontroler (Andreas, 2016).

Pengembangan tongkat pemandu tunanetra ini telah dirancang oleh peneliti sebelumnya. Sutarsi Suhaeb berhasil “merealisasikan tongkat elektronik bagi tunanetra menggunakan sensor ultrasonik jenis HC-SR04, buzzer, DC motor, dan mikrokontroler ATmega8535” (Suhaeb, 2016, p. 135). Desain tongkat elektronik dibuat menyerupai bentuk tongkat pada umumnya hasil yang diperoleh setelah melakukan uji coba kepada tunanetra cukup memuaskan, karena hasil respon pengujian perbandingan tongkat elektronik dengan tongkat tunanetra yang dinilai dari aspek keefektifan, kemudahan, keamanan, dan keunggulan, ternyata tongkat elektronik memiliki manfaat yang lebih baik dibandingkan tongkat tunanetra biasa.

Andreas dan Wisnu Wendanto telah berhasil merealisasikan tongkat bantu tunanetra menggunakan sensor ultrasonik, arduino uno, sebagai tanda peringatan suara (buzzer), dan motor DC vibrator yang dapat bertambah tempo saat tongkat bantu mendekati objek, serta dilengkapi LED untuk menampilkan status tongkat bantu. Tongkat ultrasonik yang dibuat dapat menemukan objek pada jarak ≤ 50 cm dan ≤ 150 cm yang disertai dengan getaran vibrator DC dengan jeda 0,1 detik, ketika jarak penghalang < 50 cm bunyi (buzzer) berkedip dengan sangat cepat, < 100 cm bunyi berkedip lambat dan < 300 cm bunyi berkedip sangat lambat dan jika jarak > 300 cm maka tidak ada bunyi (Andreas, 2016).

K.S.Manikanta, T.S.S.Phani dan A.Pravin telah berhasil mengembangkan tongkat bantu tunanetra dengan menggunakan arduino nano, sensor ultrasonik HC-SR04, GSM/GPS 800L, buzzer, dan motor DC. Penelitian ini merupakan bentuk desain dan implementasi dari tongkat pintar (*Smart Stick*) yang dapat membantu tunanetra bernavigasi dengan aman dan baik di dalam atau di luar ruangan, tongkat ini dapat mendeteksi hambatan di jalur pengguna dalam kisaran tiga meter. GPS dan Modul GSM berfungsi untuk mengomunikasikan lokasi tunanetra ke kerabat atau keluarga (Manikanta, 2018).

Andri Achmad Farhan telah mengembangkan alat bantu tunanetra dengan sensor ultrasonik dan mikrokontroler yang dipakai adalah AVR ATmega8. Prototipe yang dibuat akurat mendeteksi dan menghitung setiap objek yang ada di depannya dengan *error rate* terhadap tembok 12,51333%, terhadap mobil 4,753582%, dan terhadap pohon 7,6701% kemudian buzzer dapat memberikan tanda dengan baik berupa bunyi pada jarak kurang dari 100 cm. GPS dapat memberikan koordinat lokasi via sms dengan baik pada jarak koordinat penggunaan rata-rata kurang dari 100 cm, dan SMS berfungsi dengan baik jika tombol pada alat ditekan (Farhan, 2015).

Tata Supriyadi berhasil mengembangkan tongkat pintar sebagai alat bantu navigasi penyandang disabilitas netra yang mampu mengirimkan informasi lokasi dari GPS ke webserver, teknologi yang digunakan adalah GSM dan GPS. “Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian dan analisis yang sudah dilakukan, aplikasi telah berhasil menerima data koordinat dari GPS yang dipasang pada tongkat tunanetra dengan delay yang berasal dari mikrokontroler dan SIM900A mini sebesar 23 detik pada setiap pengirimannya” (Supriyadi, 2018, p. 191). Data lokasi yang diterima web server telah berhasil ditampilkan berupa peta via *google maps* API pada *web browser* dan aplikasi android.

Berdasarkan penjelasan di atas, penulis merancang bangun alat berupa tongkat pemandu tunanetra dengan menggunakan sensor ultrasonik, modul GPS, modul GSM, dan DFPlayer Mini sebagai indikator suara berbasis mikrokontroler ATmega2560. Prototipe ini memiliki tingkat akurasi yang baik serta dapat membantu penyandang tunanetra dalam melakukan aktivitas sehari-hari dan juga membantu keluarganya dalam memonitoring keberadaannya. Oleh karena itu, penulis mengajukan judul **“Rancang Bangun Sistem Pemandu Ruang bagi Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Penentu Lokasi Berbasis ATmega2560”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, adapun permasalahan yang dibahas pada penelitian ini yaitu bagaimana merancang sistem pemandu ruang untuk tunanetra menggunakan sensor ultrasonik dan penentu lokasi berbasis ATmega2560 ?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, perlu adanya batasan masalah sehingga ruang lingkup masalah menjadi jelas. Adapun batasan masalah yang diambil yaitu merancang prototipe pemandu ruang untuk tunanetra menggunakan sensor ultrasonik arah depan, kanan, dan kiri serta penentu lokasi berbasis ATmega2560.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat bantu tunanetra berupa tongkat elektronik menggunakan sensor ultrasonik dan penentu lokasi berbasis mikrokontroler ATmega2560.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat secara teoretis dan praktis bagi pengembangan Ilmu Fisika khususnya dalam bidang Fisika Instrumentasi, yaitu:

1. Dengan adanya alat bantu berupa tongkat elektronik diharapkan bisa membantu penyandang tunanetra dalam melakukan aktivitas sehari-hari.
2. Mempermudah penyandang tunanetra mendapatkan informasi jalur perjalanan yang dilewati sehingga penyandang tunanetra lebih nyaman berada di lingkungan yang baru dikenal.
3. Keluarga dapat memonitor penyandang tunanetra melalui *handphone* ketika tunanetra berada pada posisi tertentu.
4. Penelitian ini bisa menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya terutama di era *Internet of Things* (IoT) dan *Web of Things* (WoT).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tunanetra

Kata “Tunanetra” dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia berasal dari kata “tuna” yang artinya rusak atau cacat dan kata “netra” yang artinya mata atau penglihatan, jadi kata tunanetra adalah rusak penglihatan. Sedangkan orang yang buta adalah orang yang rusak penglihatannya secara total. Jadi, orang yang tunanetra belum tentu mengalami kebutaan total tetapi orang yang buta sudah pasti tunanetra. Tunanetra adalah istilah umum yang digunakan untuk kondisi seseorang yang mengalami gangguan atau hambatan dalam indra penglihatannya atau kondisi mata yang tidak normal yang disebabkan oleh beberapa hal seperti faktor keturunan, kecelakaan atau suatu penyakit. Berdasarkan tingkat gangguannya tunanetra dibagi dua yaitu buta total (*Total Blind*) dan yang masih mempunyai sisa penglihatan (*Low Vision*) untuk beraktivitas (Farhan, 2015).

Tunanetra merupakan individu yang memiliki lemah penglihatan atau akurasi penglihatan kurang dari 6/60 setelah dikoreksi atau tidak lagi memiliki penglihatan, karena tunanetra memiliki keterbatasan dalam indra penglihatan maka proses untuk mengetahui keadaan sekitar menekankan alat bantu dan indra lainnya. Alat bantu untuk mobilitas tunanetra menggunakan tongkat khusus, yaitu berwarna putih dengan ada garis merah horizontal. Akibat hilang/berkurangnya fungsi indra penglihatannya maka tunanetra berusaha memaksimalkan fungsi indra-indra yang lainnya seperti perabaan, penciuman, pendengaran, dan lain sebagainya sehingga tidak sedikit penyandang tunanetra yang memiliki kemampuan luar biasa misalnya di bidang ilmu pengetahuan, seni dan lain-lain (Andreas, 2016).

2.2. Keistimewaan Penyandang Tunanetra Dalam Ajaran Islam

Seseorang yang mengalami kebutaan atau dalam hal ini tunanetra memiliki keutamaan yang luar biasa dalam ajaran Islam. Apabila orang buta jika bersabar ketika penglihatannya diambil, maka ia akan mendapat pahala dan dijanjikan surga.

وَأَسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّهَا لَكَبِيرَةٌ إِلَّا عَلَى الْخَاشِعِينَ ﴿٤٥﴾

Artinya: “Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, dan sesungguhnya yang demikian itu amat berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu” (Q.S. Al-Baqarah (2):45).

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ ﴿١٥٣﴾

Artinya: “Hai orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar” (Q.S. Al-Baqarah(2):153).

Dari Anas radhiyallahu ‘anhu ia berkata bahwa ia mendengar Rasulullah Shallallahu ‘Alaihi Wasallam bersabda,

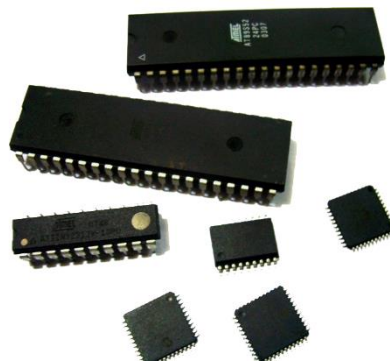
إِنَّ اللَّهَ قَالَ إِذَا ابْتَلَيْتُ عَبْدِي بِحَبِيبَتَيْهِ فَصَبَرَ عَوَّضْتُهُ مِنْهُمَا الْجَنَّةَ

“Sesungguhnya Allah berfirman: “Apabila Aku menguji hamba-Ku dengan dua kekasihnya (kedua matanya), kemudian ia bersabar, niscaya Aku menggantikan keduanya (kedua matanya) dengan surga.” (HR. Bukhari no. 5653).

Dari ayat-ayat Al-Qur’an dan Hadits di atas kita bisa melihat bahwa seorang yang tunanetra atau buta jika ia bersabar dengan kondisi yang dialaminya niscaya Allah Subhanahu Wa Ta’ala akan menggantikannya dengan surga, kenikmatan dunia akan kalah dengan kenikmatan akhirat kelak. Allah menguji hamba-Nya pada penglihatannya bukan karena kurangnya ilmu Allah, namun Allah ingin menampakkan bagaimanakah kesabaran hamba tersebut. Pahala tentu saja tergantung pada besarnya kesulitan yang diderita (Tuasikal, Juni 21, 2019).

2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah “sebuah komputer kecil (*special purpose computers*) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program” (Suhaeb, 2017, p. 2).



Gambar 2.1. IC Mikrokontroler
Sumber : (Suhaeb, 2017)

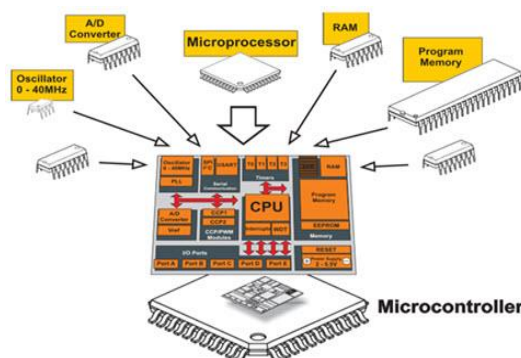
Mikrokontroler adalah ilmu terapan yang pengaplikasiannya dapat kita temui di kehidupan sehari-hari seperti jam digital, televisi, sistem keamanan rumah, dan lain-lain. Mikrokontroler juga sangat banyak digunakan dalam penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh peneliti, dosen, guru, bahkan sekarang banyak mahasiswa yang mengangkat judul tesis/skripsi/tugas akhir dengan berbasiskan mikrokontroler.

Mikrokontroler adalah komponen yang sangat umum dalam sistem elektronika modern. Penggunaannya sangat luas, dalam kehidupan kita sehari-hari baik di rumah, kantor, rumah sakit, bank, sekolah, industri, dan lain-lain. Mikrokontroler digunakan dalam sejumlah besar sistem elektronika seperti sistem manajemen mesin mobil, *keyboard* komputer, alat ukur elektronik (multimeter digital, *synthesizer* frekuensi, dan osiloskop), televisi, radio, telepon digital, *mobile phone*, *microwave oven* dan lain-lain. Mikrokontroler dapat kita gunakan untuk berbagai aplikasi misalnya pengendalian, otomasi industri, akuisisi data, telekomunikasi, dan lain-lain. Keuntungan menggunakan mikrokontroler yaitu

harganya murah, dapat diprogram berulang kali, dan dapat diprogram sesuai dengan keinginan kita (Suhaeb, 2017).

2.3.1. Mikroprosesor, Mikro-Komputer, dan Mikrokontroler

Mikroprosesor adalah *Central Processing Unit* (CPU) di dalam *single chip*. Komponen CPU: *Arithmetic and logic Unit* (ALU), *instruction decoder*, *register*, *bus control circuit*, dan lain-lain. Mikro-Komputer adalah mikroprosesor yang dihubungkan dengan rangkaian pendukung. Komponen I/O dan memori (program dan data) ditempatkan bersama untuk membentuk Komputer kecil khususnya untuk akuisisi data dan aplikasi kontrol. Jika komponen yang menyusun sebuah mikrokomputer diletakkan bersama di dalam *single chip* silikon maka disebut mikrokontroler berisi CPU, memori, timer, port serial dan paralel, port input/output ADC (Suhaeb, 2017).



Gambar 2.2. Perbedaan Mikroprosesor dan Mikrokontroler

Sumber : (Suhaeb, 2017)

2.3.2. Mikrokontroler ATmega2560

ATmega2560 merupakan salah satu mikrokontroler yang sangat kompleks di mana tersedia I/O sebanyak 85. ATmega 2560 memiliki fitur yang sangat lengkap diantaranya ADC internal, *Port* I/O, PWM, EEPROM internal, *Timer/Counter*, *Watchdog Timer*, komunikasi serial, komparator. Perangkat ini diproduksi menggunakan teknologi memori *non-volatile high-density* Atmel. *On-chip* ISP Flash memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem melalui antarmuka serial SPI, oleh pemrogram memori *non-volatile* konvensional, atau oleh program *Boot On-chip* yang berjalan pada inti AVR.

Adapun spesifikasi dari ATmega2560 adalah sebagai berikut:

- a. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
- b. *Watchdog* Timer dengan osilator internal.
- c. Saluran I/O sebanyak 85 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, Port D, Port E, Port F, Port G, Port H, Port J, Port K, Port L.
- d. ADC 10 bit sebanyak 16 saluran.
- e. Tiga buah Timer/Counter dengan kemampuan pembanding.
- f. SRAM sebanyak 8 Kbyte.
- g. EEPROM sebesar 4 Kbyte.
- h. *Memori Flash* sebesar 256 Kbyte, kemampuan *Read While Write*.
- i. Unit interupsi internal dan eksternal.
- j. Port antarmuka SPI.
- k. PWM 11 saluran.
- l. Tegangan kerja 1.8 sampai 5.5 V.
- m. Range suhu -40°C sampai 85°C (Siregar, 2018).

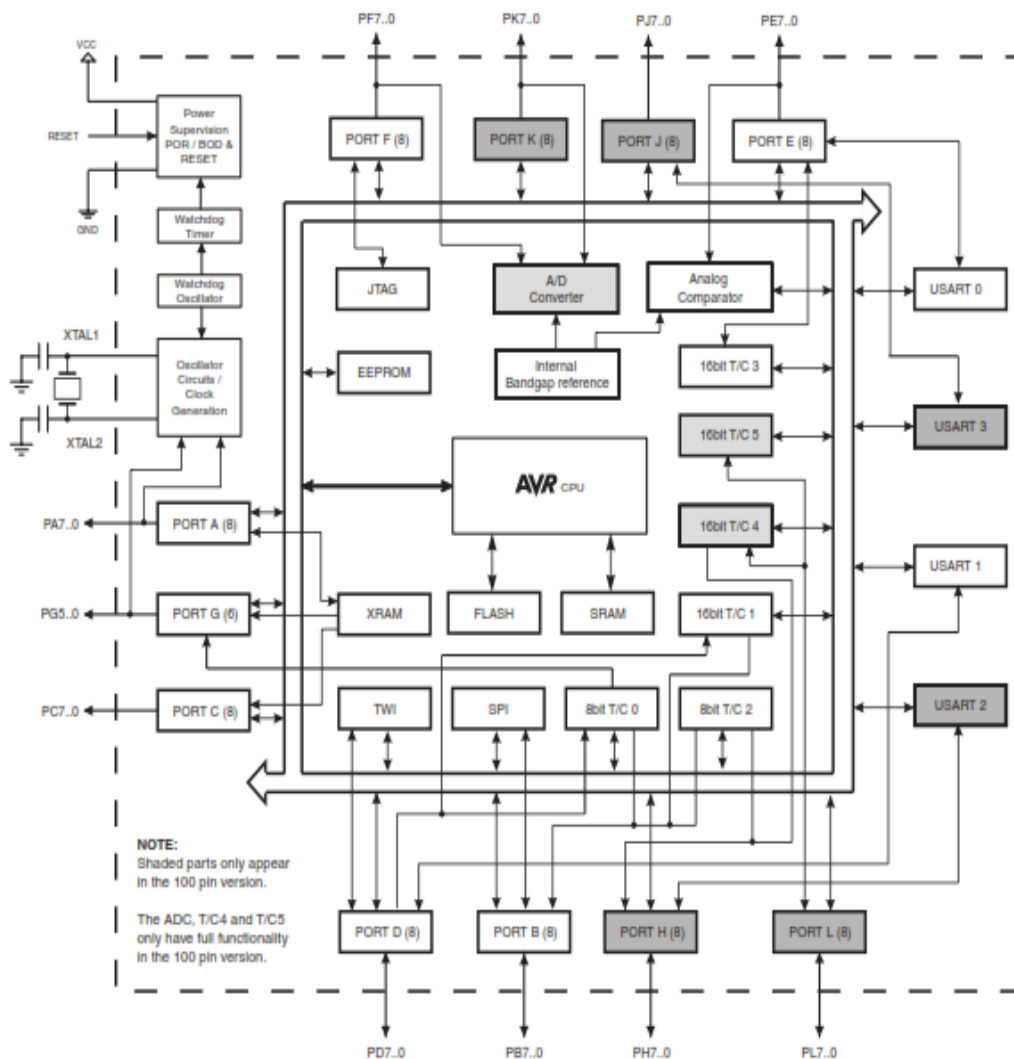


Gambar 2.3. Mikrokontroler ATmega2560

Sumber : (Ecadio, Juni 21, 2019)

2.3.3. Diagram Blok ATmega2560

Diagram Blok ATmega2560 ditunjukkan oleh gambar 2.4. seperti di bawah ini.

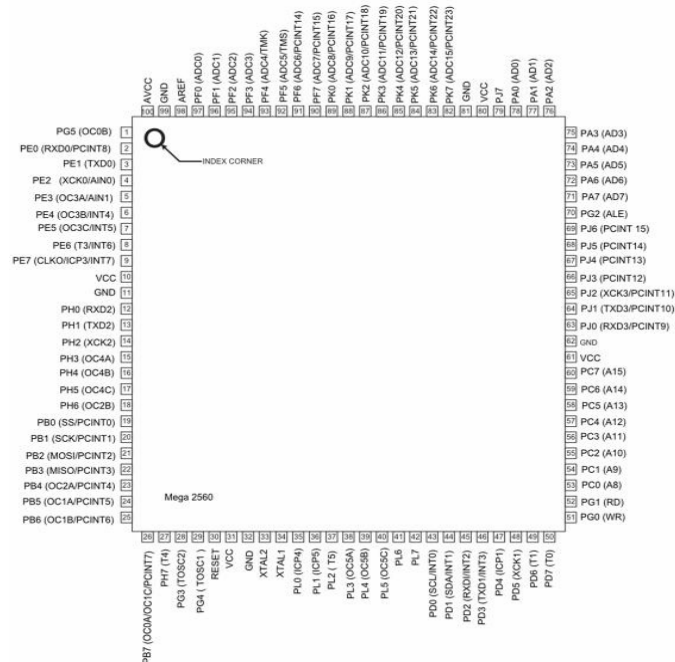


Gambar 2.4. Diagram Blok ATmega2560

Sumber : (ATMEGA2560, Juni 21, 2019)

2.3.4. Konfigurasi PIN ATmega2560

Konfigurasi PIN ATmega2560 ditunjukkan oleh gambar 2.5. setiap pin mempunyai fungsi masing-masing.



Gambar 2.5. Konfigurasi Pin ATmega2560

Sumber : (ATMEGA2560, Juni 21, 2019)

Secara fungsional, konfigurasi pin ATmega2560 adalah sebagai berikut:

- VCC: Tegangan suplai digital.
- GND: Ground.
- Port A (PA0-PA7)

Port A adalah port I/O dua arah 8-bit dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit). Buffer output Port A memiliki karakteristik drive simetris dengan kemampuan *sink* dan sumber yang tinggi. Sebagai input, pin Port A yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port A adalah *tri-stated* ketika kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu habis.

d. Port B (PB0-PB7)

Port B adalah port I/O dua arah 8-bit dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit). Buffer output Port B memiliki karakteristik drive simetris dengan kemampuan *sink* dan sumber yang tinggi. Sebagai input, pin Port B yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port B adalah *tri-stated* ketika kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu habis.

e. Port C (PC0-PC7)

Port C adalah port I/O dua arah 8-bit dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit). Buffer output Port C memiliki karakteristik drive simetris dengan kemampuan *sink* dan sumber yang tinggi. Sebagai input, pin Port yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port C adalah *tri-stated* ketika kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu habis.

f. Port D (PD0-PD7)

Buffer output Port D memiliki karakteristik drive simetris dengan kemampuan *sink* dan sumber yang tinggi. Sebagai input, pin Port D yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port D adalah *tri-stated* saat kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu habis.

g. Port E (PE0-PE7)

Port E adalah port I/O dua arah 8-bit dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk masing-masing bit). Buffer output Port E memiliki karakteristik drive simetris dengan kedua *sink* tinggi dan kemampuan sumber yang tinggi. Sebagai input, pin Port E yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port E adalah *tri-stated* saat kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu habis.

h. Port F (PF0-PF7)

Port F berfungsi sebagai input analog ke Konverter A/D. Port F juga berfungsi sebagai port I/O dua arah 8-bit, jika A/D Converter tidak digunakan. Pin port dapat menyediakan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit). Output Port F buffer memiliki karakteristik drive simetris dengan kemampuan *sink* dan sumber yang tinggi. Sebagai input, pin Port F yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port F adalah *tri-stated* ketika kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu habis. Jika antarmuka JTAG diaktifkan, pull-up resistors pada pin PF7 (TDI), PF5 (TMS), dan PF4 (TCK) akan diaktifkan meskipun pengaturan ulang terjadi. Port F juga melayani fungsi antarmuka JTAG.

i. Port G (PG0-PG5)

Port G adalah port I/O 6-bit dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit). Port G buffer output memiliki karakteristik drive simetris dengan *sink* dan sumber yang tinggi. Sebagai input, pin Port yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port G adalah *tri-stated* ketika kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu habis.

j. Port H (PH0-PH7)

Port H adalah port I/O dua arah 8-bit dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk masing-masing bit). Buffer output Port H memiliki karakteristik drive simetris dengan kedua *sink* dan sumber yang tinggi. Sebagai input, pin Port H yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port H adalah *tri-stated* saat kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu habis.

k. Port J (PJ0-PJ7)

Port J adalah port I/O dua arah 8-bit dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk masing-masing bit). Buffer keluaran Port J memiliki karakteristik drive simetris dengan kedua *sink* dan sumber yang tinggi. Sebagai input, pin Port J yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up

diaktifkan. Pin Port J adalah *tri-stated* saat kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu habis.

l. Port K (PK0-PK7)

Port K berfungsi sebagai input analog ke Konverter A/D. Port K adalah port I/O dua arah 8-bit dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk masing-masing bit). Buffer keluaran Port K memiliki karakteristik drive simetris dengan kedua *sink* dan kemampuan sumber yang tinggi. Sebagai input, pin Port K yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port K adalah *tri-stated* ketika kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu habis.

m. Port L (PL0-PL7)

Port L adalah port I/O dua arah 8-bit dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk masing-masing bit). Buffer keluaran Port L memiliki karakteristik drive simetris dengan kedua *sink* dan kemampuan sumber yang tinggi. Sebagai input, pin Port L yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port L adalah *tri-stated* saat kondisi reset menjadi aktif sekalipun waktu habis.

n. RESET: Setel ulang input.

o. XTAL1: Input ke amplifier osilator pembalik dan input ke sirkuit operasi *clock internal*.

p. XTAL2: Output dari penguat osilator pembalik.

q. AVCC

AVCC adalah pin tegangan suplai untuk Port F dan Konverter A/D. Dimana eksternal harus terhubung ke VCC bahkan jika ADC tidak digunakan. Jika ADC digunakan harus terhubung ke VCC melalui filter low-pass.

r. AREF: Referensi Pin analog pada ADC (ATMEGA2560, Juni 21, 2019).

2.4. Sensor

Sensor adalah detektor yang memiliki kemampuan untuk mengukur beberapa jenis kualitas fisik yang terjadi, seperti tekanan dan cahaya. Sensor kemudian akan dapat mengkonversi pengukuran menjadi sinyal bahwa seseorang akan dapat membaca. Sebagian besar sensor digunakan saat ini benar-benar akan berkomunikasi dengan perangkat elektronik yang akan melakukan pengukuran dan perekaman. Kunci utama yang sama untuk semua sensor adalah konversi: sensor atau “detektor”, mendeteksi dan mengukur benda-benda fisik atau kuantitas yang dapat beragam seperti kode identifikasi elektronik pada label yang dirancang khusus yang dikenal sebagai chip (Syam, 2013).

2.4.1. Sensor Ultrasonik

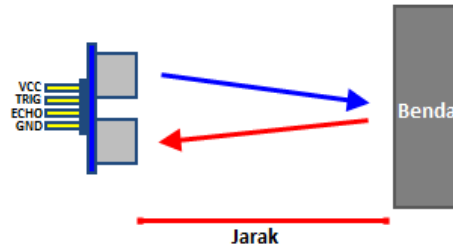
Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa (Santoso, 2015).



Gambar 2.6. Sensor Ultrasonik
Sumber : (Santoso, 2015)

2.4.2. Cara Kerja Sensor Ultrasonik



Gambar 2.7. Cara Kerja Sensor Ultrasonik
Sumber: (Santoso, 2015)

Pada Sensor Ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40 kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.

Karena kecepatan bunyi adalah 343 m/s, maka rumus untuk mencari jarak berdasarkan ultrasonik adalah:

$$s = \frac{343 \cdot t}{2} \quad (2.1)$$

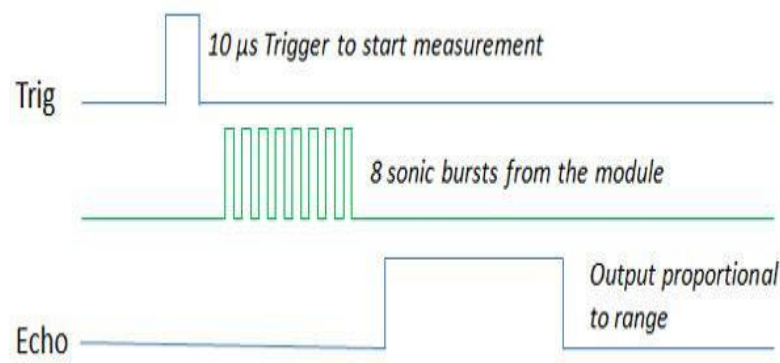
Di mana s merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), dan t adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver. HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2 cm – 4 m dengan akurasi 3 mm. Dengan demikian, untuk menghitung jarak yang hanya maksimal 4 m maka rumus di atas harus dimodifikasi atau disesuaikan satuannya.

Mikrokontroler bisa bekerja pada orde mikrosekond ($1s = 1.000.000 \mu s$) dan satuan jarak bisa kita ubah ke satuan cm ($1 m = 100 cm$). Oleh sebab itu, rumus di atas bisa diubah menjadi:

$$s = \frac{343 \left(\frac{100}{1000000} \right) \cdot t}{2}$$

$$s = \frac{0,034 \cdot t}{2} \quad (2.2)$$

Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan Pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda. Berikut adalah visualisasi dari sinyal yang dikirimkan oleh sensor HC-SR04 (Santoso, 2015).



Gambar 2.8. Timing HC-SR04

Sumber : (Santoso, 2015)

2.5. Karakteristik Sensor

Karakteristik sensor dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari sensor yang telah dirancang. Karakteristik sensor ada dua, karakteristik statik dan karakteristik dinamik. Di mana karakteristik statik ditentukan oleh sifat sensor yang perubahannya tidak berubah terhadap waktu sedangkan karakteristik dinamik yang perubahannya dipengaruhi oleh waktu. Pada penelitian ini digunakan karakteristik statik, dikarenakan hasil penelitian tidak dipengaruhi oleh waktu. Beberapa hal termasuk dalam karakteristik statik sensor meliputi: Fungsi Transfer, Koefisien Korelasi, Presisi, dan Akurasi (Fraden, 2004).

2.5.1. Fungsi Transfer dan Koefisien Korelasi

Menurut Fraden (2004), fungsi transfer merupakan karakteristik sensor yang menggambarkan perbandingan antara keluaran yang dihasilkan terhadap stimulus yang diberikan oleh S sensor.

$$S = F(s) \quad (2.3)$$

Di mana:

S : Stimulus (masukan)

F(s) : Fungsi Transfer

Fungsi transfer dapat dinyatakan dalam beberapa bentuk persamaan yaitu linier, eksponensial dan polinomial. Analisis regresi yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara dua variabel dengan menggunakan analisis regresi linier sederhana (*Simple Analisis Regression*). Regresi Linier sederhana didasarkan pada hubungan fungsional ataupun kausal satu variabel independen dengan satu variabel dependen. Persamaan umum regresi linier sederhana adalah:

$$Y = a + bX \quad (2.4)$$

Di mana:

Y= Subjek dalam variabel dependen yang diprediksikan.

a = Harga Y ketika harga X=0 (harga konstan).

b= Angka arah atau koefisien regresi, yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel dependen yang didasarkan pada perubahan variabel independen. Bila (+) arah garis naik, dan bila (-) maka arah garis turun.

X= Subjek pada variabel independen yang mempunyai nilai tertentu.

Untuk menentukan intersep (a) dan Slope (b) dapat digunakan persamaan :

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (2.5)$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (2.6)$$

Di mana:

a = Intersep (titik potong garis dengan sumbu Y ketika nilai sumbu x=0).

b = slope (koefisien regresi/kemiringan kurva linier)

X_i = Stimulus

Y_i = Tanggapan/Respon

n = jumlah

Koefisien korelasi linier menggambarkan ukuran kekuatan atau keeratan hubungan (korelasi) antara dua variabel. Koefisien korelasi dinotasikan dengan r, sering juga disebut dengan korelasi pearson atau *pearson product moment*. Untuk menentukan koefisien korelasi linier (r) berdasarkan sekumpulan data ($X_i Y_i$) berukuran menggunakan persamaan 2.7.

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}} \quad (2.7)$$

Dimana,

r: Koefisien korelasi linier

n: Jumlah data

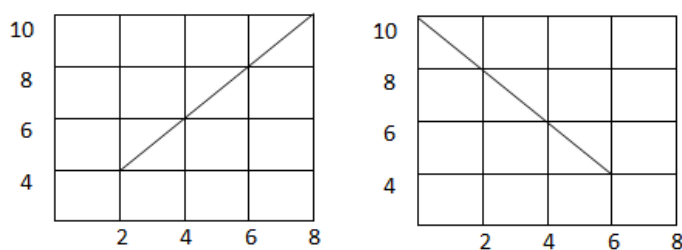
Hubungan antar variabel terdapat dua koefisien korelasi, yaitu koefisien terbesar dan koefisien terkecil. Untuk nilai koefisien terbesar terdapat dua nilai koefisien, yakni koefisien positif terbesar dengan nilai 1 dan koefisien negatif terbesar bernilai -1, sedangkan nilai koefisien terkecil bernilai 0. Jika nilai korelasi yang didapatkan mendekati 1 atau -1, menunjukkan bahwa hubungan dari kedua variabel sangat erat. Akan tetapi apabila nilai koefisien mendekati nilai 0, maka hubungan antar variabel sangat rendah. Informasi tentang seberapa kuat hubungan antar variabel dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kuat Hubungan Antar Variabel

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,000-0,199/(-0,000)-(-0,199)	Sangat Rendah
0,200-0,399/(-0,200)-(-0,399)	Rendah
0,400-0,599/(-0,400)-(-0,599)	Sedang
0,600-0,799/(-0,600)-(-0,799)	Kuat
0,800-1,000/(-0,800)-(-1,000)	Sangat Kuat

(Sumber : Sugiyono, 2017)

Korelasi variabel juga menunjukkan arah hubungan antar variabel. Arah hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk hubungan positif dan negatif, seperti ditunjukkan pada gambar 2.9 (Sugiyono, 2017).

**Gambar 2.9.** Korelasi positif (kiri) dan Korelasi negatif (kanan)

Sumber : (Sugiyono, 2017)

2.5.2. Sensitivitas (*Sensitivity*)

Sensitivitas didefinisikan sebagai kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur, yaitu perbandingan perubahan keluaran atau respon instrumen terhadap perubahan masukan atau variabel yang diukur. Sebuah sensor dikatakan mempunyai sensitivitas tinggi apabila perubahan masukan yang kecil (x) akan menghasilkan perubahan keluaran (y) yang besar. Regresi linier sederhana merupakan suatu prosedur untuk menunjukkan dua hubungan matematis dalam bentuk persamaan dua variabel, yakni variabel bebas (x) dan variabel terikat y . Pada persamaan fungsi transfer, sensitivitas ditunjukkan dalam variabel b atau pada persamaan 2.6 (Fraden, 2004).

2.5.3. Presisi (*Precision*)

Presisi menunjukkan seberapa dekat output yang terbaca ketika menggunakan input yang sama, waktu yang tidak terpaut jauh, kondisi pengukuran yang sama, instrumen yang sama, observer yang sama, dan lokasi yang sama. Dengan mengetahui presisi yang dihasilkan, maka akan dapat dengan mudah mengetahui tingkat stabilitas dari sensor ketika digunakan untuk melakukan pengambilan data. Persentase presisi didapatkan melalui persamaan (Fraden, 2004).

$$\text{presisi} = 100\% - e \quad (2.8)$$

$$e = \frac{\Delta}{FS} \times 100\% \quad (2.9)$$

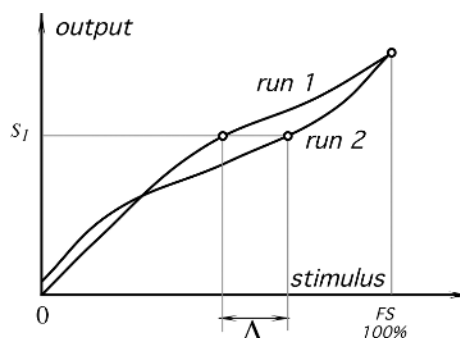
Di mana,

e = Error presisi

Δ = $X_{\max} - X_{\min}$

FS = Full Scale

Error presisi (Fraden, 2004) adalah ketidakmampuan sensor dalam menunjukkan nilai yang sama pada kondisi yang serupa. Hal ini menunjukkan dengan perbedaan antar output dengan melakukan beberapa kali pengukuran. Grafik yang menunjukkan error presisi dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Grafik Error Presisi

Sumber : (Fraden, 2004)

Presisi yang tinggi apabila didapatkan nilai sesuai dengan nilai Standar Nasional Indonesia (SNI) yakni $\geq 95\%$ dan nilai Standar Internasional (SI) yakni $\geq 97\%$.

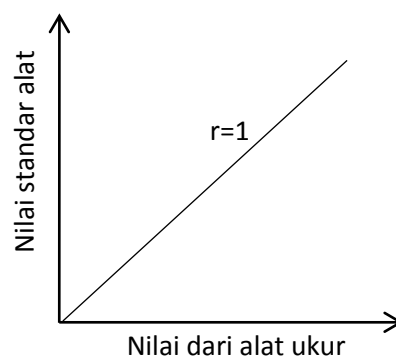
2.5.4. Akurasi (*Accuracy*)

Akurasi menunjukkan seberapa dekat hasil pengukuran yang didapatkan dengan nilai yang sebenarnya. Data pengukuran yang baik, yaitu data yang memiliki akurasi yang tinggi. Untuk mengetahui tingkat akurasi dapat dilakukan perbandingan dengan alat standar. Akurasi dapat dicari dengan mengetahui nilai koefisien korelasi dari kedua variabel berdasarkan tingkat linieritas dari grafik yang terbentuk. Jika nilai koefisien korelasi mendekati nilai 1, menunjukkan adanya hubungan erat.

Hubungan yang erat tersebut ditunjukkan dari semua titik berada dekat dengan garis lurus. Besarnya tingkat akurasi dari sistem yang dibuat dapat ditampilkan dalam bentuk persentase, yakni menggunakan persamaan 2.10. dan grafik yang ditunjukkan oleh gambar 2.11. Apabila nilai akurasi $\geq 95\%$ maka sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan jika $\geq 97\%$ maka sudah memenuhi Standar Internasional.

$$\text{Akurasi} = r \times 100\% \quad (2.10.)$$

Di mana r = koefisien relasi linier

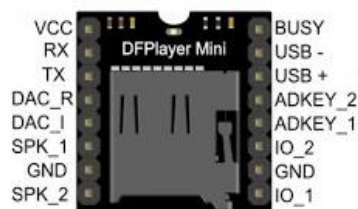


Gambar 2.11. Grafik Koefisien Korelasi Linier

Sumber : (Sugiyono, 2017)

2.6. DFPlayer Mini

Modul DFPlayer Mini adalah sebuah modul MP3 serial yang menyediakan kesempurnaan integrasi MP3, WMV *hardware decoding*. Sedangkan softwarena mendukung driver TF card, mendukung sistem file FAT16, FAT32. Melalui perintah-perintah serial sederhana seperti bagaimana cara memutar musik dan fungsi lainnya, tidak melalui operasi yang rumit, mudah digunakan, stabil, dan fitur-fitur di dalamnya dapat diandalkan (Wijayanto, 2015).



Gambar 2.12. DFPlayer Mini

Sumber : (DFROBOT, Juni 21, 2019)

2.7. Modul GPS NEO-6M

Modul GPS (*Global Positioning System*) yang digunakan pada perancangan alat ini adalah Modul GPS NEO-6M. Modul ini sangat mudah digunakan dan dikoneksikan ke mikrokontroler atau dihubungkan langsung dengan PC, dengan modul GPS ini memungkinkan untuk mengetahui posisi (titik koordinat) dengan bantuan satelit GPS. Spesifikasi Modul GPS NEO-6M adalah sebagai berikut:

- a. Standalone GPS *receiver*
- b. 9600 baud (*default setting; can be changed*)
- c. VCC = 3,3V - 5V
- d. Onboard LED which flashes to indicate lock
- e. Indoor GPS: -162 dBm tracking sensitivity
- f. Anti-jamming technology
- g. Operating temperature range: -40 sampai 85 °C

- h. UART TTL socket
- i. EEPROM *to store settings* (Gusmanto, 2016)



Gambar 2.13. Modul GPS NEO-6M

Sumber : (Pambudi, Juni 21, 2019)

2.8. Modul GSM/GPRS SIM800L

Modul GSM/GPRS SIM800L merupakan modul yang dapat digunakan untuk mengirim data Seperti SMS (*Short Message Service*). Agar bisa berkomunikasi modul ini dapat dikontrol melalui komunikasi *serial AT Command*. Dalam pengoperasiannya, modul ini harus dikontrol melalui komputer melalui program yang dapat mengirimkan instruksi-instruksi melalui kabel yang terhubung ke terminal datanya. Spesifikasi Modul GSM/GPRS SIM800L sebagai berikut :

- a. Tegangan suplai : 3,8 V – 4,2 V
- b. Tegangan Suplai yang disarankan : 4V
- c. Konsumsi daya :
 - mode tidur < 2,0 mA
 - mode siaga < 7,0 mA
 - Transmisi GSM (rata-rata): 350 mA
- d. Ukuran modul : 25 × 23 mm
- e. Antarmuka: UART (maks. 2,8 V) dan perintah AT
- f. Soket kartu SIM : microSIM (sisi bawah)
- g. Frekuensi yang didukung: Quad Band (850/950/1800/1900Hz)
- h. Konektor antenna : IPX
- i. Pensinyalan status: LED

- j. Kisaran suhu kerja : -40 hingga +85 °C (Yulianto, 2018).

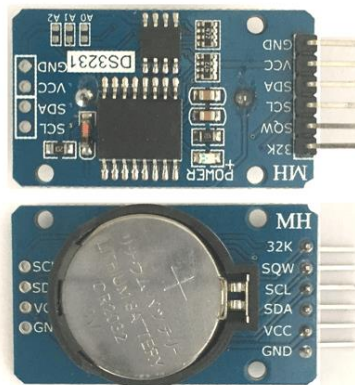


Gambar 2.14. Modul GSM/GPRS SIM800L

Sumber : (Yulianto, 2018)

2.9. Real Time Clock (RTC)

Komponen RTC merupakan sebuah modul yang berfungsi sebagai penghitung waktu yang dirancang dengan sebuah chip yang mampu melakukan proses kerja seperti jam pada umumnya, seperti melakukan perhitungan detik, menit, dan jam. Perhitungan yang dilakukan sangat akurat dan tersimpan secara real time. Chip RTC ini nantinya akan diintegrasikan dengan sebuah mikrokontroler untuk melakukan fungsi kerja tertentu (Abdullah, 2018).



Gambar 2.15. Real Time Clock (RTC)

Sumber: (Rezaarduino, Juni 21, 2019)

2.10. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu *display* dari bahan cairan Kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem *dot matriks*. LCD banyak digunakan sebagai *display* dari alat-alat elektronika seperti kalkulator, multimeter digital, jam digital, dan sebagainya. Secara garis besar, terdapat dua jenis LCD yaitu LCD teks dan LCD grafik. LCD teks berfungsi untuk menampilkan teks atau simbol-simbol tertentu sedangkan LCD grafik berfungsi untuk menampilkan gambar.

Kemampuan LCD tidak hanya menampilkan angka, tetapi juga huruf, kata, dan semua sarana simbol dengan lebih bagus dan serbaguna. Bentuk dan ukuran modul-modul berbasis karakter banyak ragamnya. Salah satu variasi bentuk dan ukuran yang tersedia dan dipergunakan pada peralatan ini adalah 2x16 karakter (baris 2, panjang 16, dan karakter 32) dan 16 pin. Akses pin yang tersedia mempunyai 8 jalur hubungan data, 3 jalur hubungan kontrol, dan 3 jalur catu daya. Sementara pada modul LCD dengan fasilitas *back Lighting* terdapat 2 jalur catu daya untuk *back lighting*. Dengan demikian, semua dapat ditampilkan dalam kondisi cahaya kecil (Suhaeb, 2017).



Gambar 2.16. LCD 2x16

Sumber : (Suhaeb, 2017)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Jalan IAIN No. 1 Medan, Sumatera Utara.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian “Rancang Bangun Sistem Pemandu Ruang bagi Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Penentu Lokasi Berbasis ATmega2560” dari bulan September sampai bulan November 2019.

3.2. Alat dan Komponen Penelitian

Tabel 3.1. Alat Penelitian

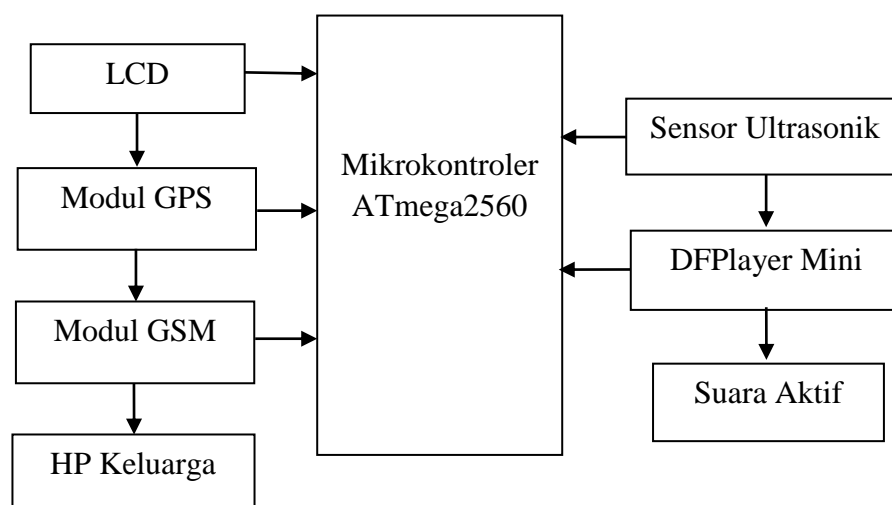
No.	Nama Alat	Jumlah
1	Tongkat Tunanetra	1 unit
2	Laptop	1 unit
3	Bor PCB	1 unit
4	Meteran	1 buah
5	Multimeter	1 buah
6	Penghisap Timah	1 buah
7	Solder	1 buah
8	Tang Buaya	1 buah
9	Tang Potong	1 buah

Tabel 3.2. Komponen Penelitian

No.	Nama Komponen	Jumlah
1	Mikrokontroler ATmega2560	1 buah
2	Sensor Ultrasonik HC-SR04	3 buah
3	Modul GPS NEO-6M	1 buah
4	Modul GSM/GPRS SIM800L	1 buah
5	DFPlayer Mini dan <i>Headphone</i>	2 buah
6	RTC	1 buah
7	LCD 2×16	1 buah
8	Step-Down DC	2 buah
9	Switch on/off dan button	3 buah
10	Project Board	1 buah
11	Papan PCB	1 buah
12	Kabel Penghubung dan Kabel Timah	Secukupnya

3.3. Rancangan Penelitian

Perancangan alat ditunjukkan Pada Gambar 3.1. setiap blok mempunyai fungsi masing-masing.

**Gambar 3.1.** Diagram Blok Alat Secara Keseluruhan

1. Mikrokontroler ATmega2560 berfungsi sebagai kendali utama pada alat.
2. Sensor Ultrasonik berfungsi sebagai pemancar (transmitter) dan juga sebagai penerima (receiver) gelombang ultrasonik, dimana ATmega2560 memberi perintah kepada sensor ultrasonik untuk memancarkan gelombang ultrasonik dan menghitung waktu tempuh gelombang ultrasonik yang dipantulkan dan diterima kembali oleh sensor lalu mengkalkulasi jarak benda yang memantulkan gelombang ultrasonik tersebut berdasarkan waktu tempuh.
3. DFPlayer Mini berfungsi sebagai penanda jarak berupa suara.
4. Modul GPS berfungsi untuk mengetahui posisi koordinat pengguna alat dengan tampilan LCD.
5. Modul GSM berfungsi mengirimkan SMS berupa posisi koordinat pengguna alat dan diakses via *Google Maps*.

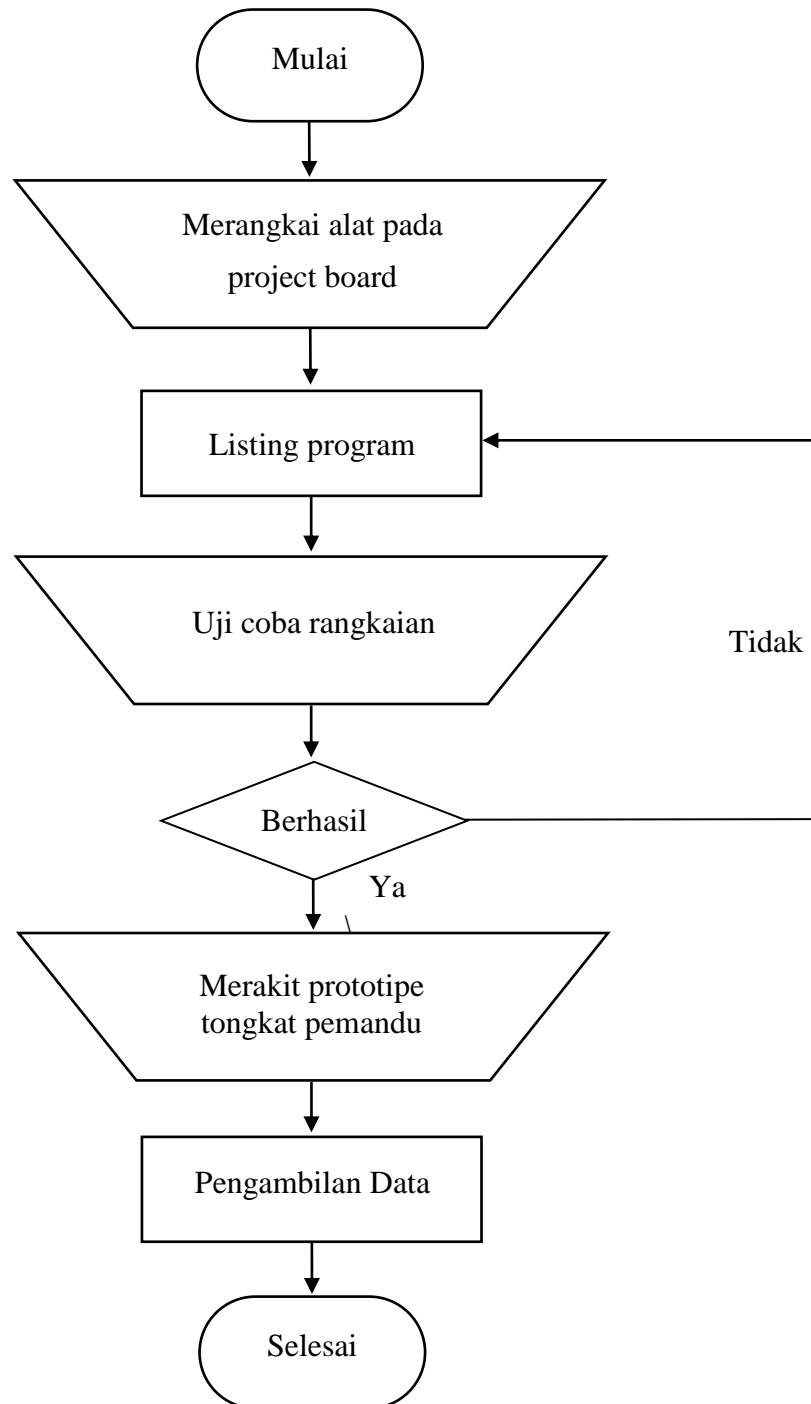
3.4. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dalam penelitian ini yaitu:

1. Disiapkan alat dan bahan penelitian.
2. Dibuat skema rangkaian.
3. Dirakit rangkaian sensor ultrasonik, DFPlayer Mini, modul GPS dan GSM pada tongkat pemandu tunanetra yang sesuai dengan rangkaian yang telah dibuat.
4. Dibuat list program.
5. Diupload sketch yang telah terisi pada mikrokontroler ATmega2560.
6. Diuji prototipe tongkat pemandu tunanetra.

3.5. Diagram Alir (*Flow Chart*) Penelitian

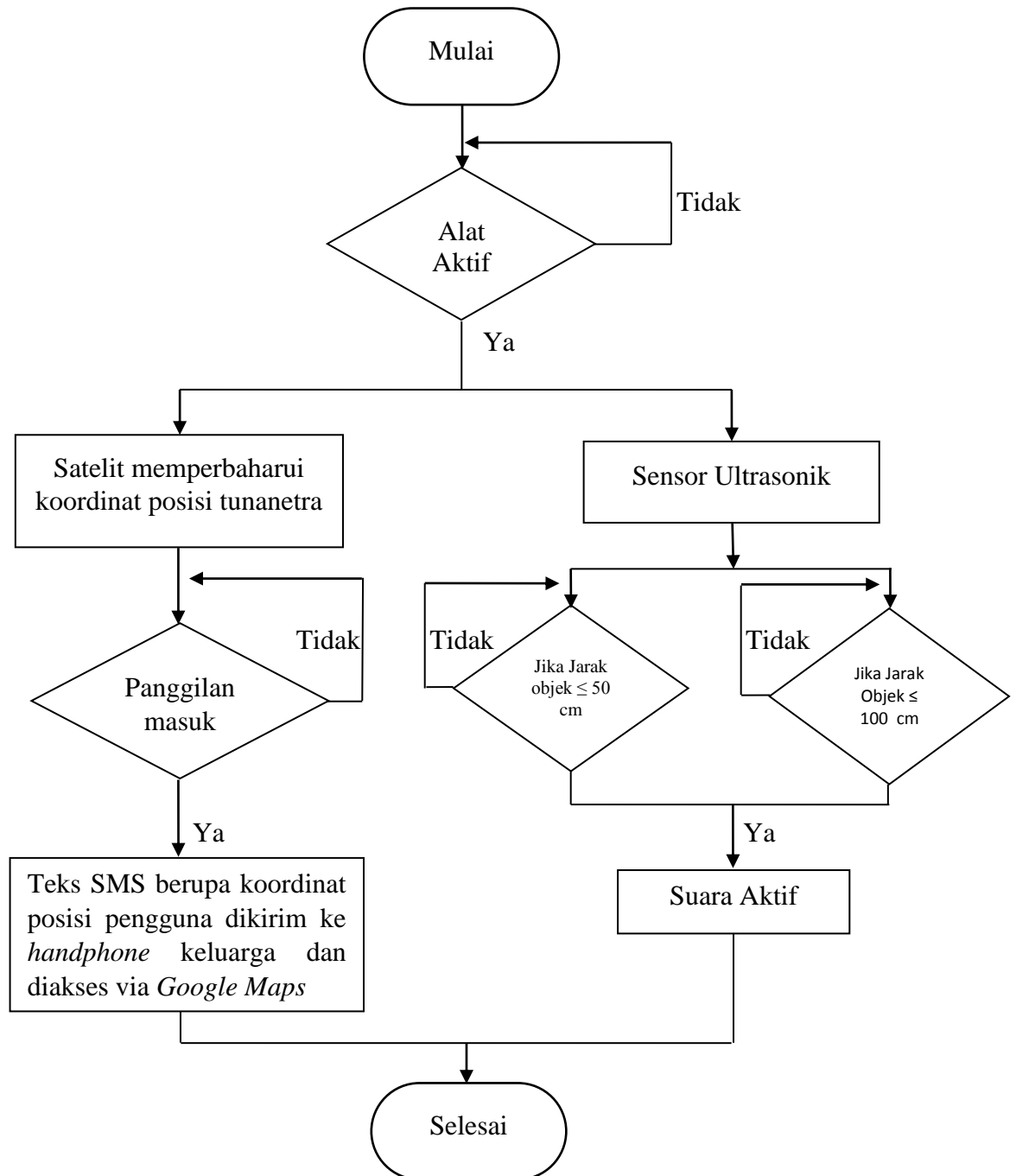
Diagram Alir (*Flow Chart*) dalam penelitian ini ditunjukkan oleh gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

3.6. Diagram Alir (*Flow Chart*) Perancangan Program

Diagram Alir (*Flow Chart*) Perancangan Program ditunjukkan oleh gambar 3.3.



Gambar 3.3. Diagram Alir Perancangan Program

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Sensor Ultrasonik

Salah satu cara untuk mengetahui karakteristik statik pada sensor ultrasonik HC-SR04 adalah dengan melakukan pengujian antara nilai standar dengan jarak hasil perhitungan dari output sensor yang digunakan. Jarak nilai standar merupakan jarak hasil pengukuran menggunakan alat ukur berupa meteran yang digulung sedangkan sensor digunakan untuk menghasilkan perhitungan yang didapat menggunakan persamaan 2.1.

A. Perbandingan Jarak Standar (s_n) dengan Jarak Sensor (s)

Perbandingan Jarak Standar (s_n) dengan Jarak Sensor (s) ditunjukkan oleh tabel di bawah ini.

Tabel 4.1. Perbandingan s_n dengan s Arah Depan

No.	s_n (cm)	t (μ s)			t rata-rata (μ s)	t (s)	v (cm/s)	s (cm)	Δ pulsa <i>echo</i> (μ s)
		t_1	t_2	t_3					
1	10	622	628	628	626,00	0,000626	34300	10	6
2	20	1205	1211	1211	1209,00	0,001209	34300	20	6
3	30	1765	1776	1767	1769,33	0,001769	34300	30	2
4	40	2343	2344	2344	2343,67	0,002344	34300	40	1
5	50	2902	2903	2901	2902,00	0,002902	34300	50	2
6	60	3514	3514	3511	3513,00	0,003513	34300	60	3
7	70	4087	4087	4088	4087,33	0,004087	34300	70	1
8	80	4608	4601	4603	4604,00	0,004604	34300	79	7
9	90	5162	5163	5170	5165,00	0,005165	34300	89	8
10	100	5719	5719	5716	5718,00	0,005718	34300	98	3
11	110	6281	6281	6281	6281,00	0,006281	34300	108	0
12	120	6872	6871	6871	6871,33	0,006871	34300	118	1
13	130	7439	7438	7438	7438,33	0,007438	34300	128	1
14	140	8024	8025	8026	8025,00	0,008025	34300	138	2
15	150	8591	8599	8599	8596,33	0,008596	34300	148	8
16	160	9165	9166	9167	9166,00	0,009166	34300	158	2

No.	s_n (cm)	t (μ s)			t rata-rata (μ s)	t (s)	v (cm/s)	s (cm)	Δ pulsa <i>echo</i> (μ s)
		t_1	t_2	t_3					
17	170	9750	9758	9752	9753,33	0,009753	34300	168	8
18	180	10351	10350	10350	10350,30	0,010350	34300	178	1
19	190	10919	10920	10917	10918,70	0,010919	34300	188	3
20	200	11518	11520	11520	11519,30	0,011519	34300	198	2

Untuk menentukan berapa besar persentase presisi sensor ultrasonik HC-SR04 arah depan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.8). Dimana error presisi (e) adalah ketidakmampuan sensor dalam menjalankan nilai yang sama pada saat kondisi yang serupa, error presisi (e) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9), maka error presisi (e) dari tahap karakterisasi sensor adalah 0,069%. Sehingga nilai persentase presisi sensor ultrasonik arah depan menggunakan persamaan (2.8) adalah 99,93%.

Hasil pengukuran yang telah dilakukan menunjukkan persentase presisi sensor ultrasonik HC-SR04 arah depan yakni sebesar 99,93%. Nilai presisi yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa dalam pengukuran berulang, sensor ultrasonik bisa menampilkan hasil yang hampir sama untuk setiap pengukuran. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 arah depan memiliki presisi yang tinggi.

Tabel 4.2. Perbandingan s_n dengan s Arah Kanan

No.	s_n (cm)	t (μ s)			t rata-rata (μ s)	t (s)	v (cm/s)	s (cm)	Δ pulsa <i>echo</i> (μ s)
		t_1	t_2	t_3					
1	10	625	625	631	627,00	0,000627	34300	10	6
2	20	1192	1192	1193	1192,33	0,001192	34300	20	1
3	30	1782	1785	1782	1783,00	0,001783	34300	30	3
4	40	2332	2332	2334	2332,67	0,002333	34300	40	2
5	50	2911	2911	2907	2909,67	0,002909	34300	50	4
6	60	3488	3489	3489	3488,67	0,003489	34300	60	1
7	70	4064	4064	4061	4063,00	0,004063	34300	70	3
8	80	4603	4596	4596	4598,33	0,004598	34300	79	7
9	90	5185	5184	5178	5182,33	0,005182	34300	89	7
10	100	5696	5702	5696	5698,00	0,005698	34300	98	6
11	110	6276	6276	6281	6277,67	0,006278	34300	108	5

No.	s _n (cm)	t (μs)			t rata-rata (μs)	t (s)	v (cm/s)	s (cm)	Δ pulsa <i>echo</i> (μs)
		t ₁	t ₂	t ₃					
12	120	6882	6887	6880	6883,00	0,006883	34300	118	7
13	130	7469	7469	7476	7471,33	0,007471	34300	128	7
14	140	8030	8030	8034	8031,33	0,008031	34300	138	4
15	150	8529	8530	8532	8530,33	0,008530	34300	147	3
16	160	9139	9141	9141	9140,33	0,009140	34300	157	2
17	170	9709	9711	9702	9707,33	0,009707	34300	167	9
18	180	10278	10276	10272	10275,30	0,010275	34300	177	6
19	190	10899	10892	10899	10896,70	0,010897	34300	187	7
20	200	11429	11430	11427	11428,70	0,011429	34300	197	3

Untuk menentukan berapa besar persentase presisi sensor ultrasonik HC-SR04 arah kanan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.8). Dimana error presisi (e) adalah ketidakmampuan sensor dalam menjalankan nilai yang sama pada saat kondisi yang serupa, error presisi (e) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9), maka error presisi (e) dari tahap karakterisasi sensor adalah 0,079%. Sehingga nilai persentase presisi sensor ultrasonik arah kanan menggunakan persamaan (2.8) adalah 99,92%.

Hasil pengukuran yang telah dilakukan menunjukkan persentase presisi sensor ultrasonik HC-SR04 arah kanan yakni sebesar 99,92%. Nilai presisi yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa dalam pengukuran berulang, sensor ultrasonik bisa menampilkan hasil yang hampir sama untuk setiap pengukuran. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 arah kanan memiliki presisi yang tinggi.

Tabel 4.3. Perbandingan s_n dengan s Arah Kiri

No.	s _n (cm)	t (μs)			t rata-rata (μs)	t (s)	v (cm/s)	s (cm)	Δ pulsa <i>echo</i> (μs)
		t ₁	t ₂	t ₃					
1	10	589	595	589	591,00	0,000591	34300	10	6
2	20	1171	1178	1171	1173,33	0,001173	34300	20	7
3	30	1741	1742	1741	1741,33	0,001741	34300	30	1
4	40	2322	2321	2322	2321,67	0,002322	34300	40	1
5	50	2915	2915	2914	2914,67	0,002915	34300	50	1

No.	S _n (cm)	t (μs)			t rata-rata (μs)	t (s)	v (cm/s)	s (cm)	Δ pulsa <i>echo</i> (μs)
		t ₁	t ₂	t ₃					
6	60	3432	3433	3434	3433,00	0,003433	34300	59	2
7	70	4020	4020	4026	4022,00	0,004022	34300	69	6
8	80	4602	4604	4610	4605,33	0,004605	34300	79	8
9	90	5182	5175	5181	5179,33	0,005179	34300	89	7
10	100	5693	5692	5698	5694,33	0,005694	34300	98	6
11	110	6266	6265	6267	6266,00	0,006266	34300	108	2
12	120	6876	6876	6875	6875,67	0,006876	34300	118	1
13	130	7437	7438	7436	7437,00	0,007437	34300	128	2
14	140	7950	7947	7946	7947,67	0,007948	34300	137	4
15	150	8540	8544	8545	8543,00	0,008543	34300	147	5
16	160	9111	9110	9111	9110,67	0,009111	34300	157	1
17	170	9728	9733	9732	9731,00	0,009731	34300	167	5
18	180	10268	10268	10274	10270,00	0,010270	34300	177	6
19	190	10860	10867	10866	10864,30	0,010864	34300	187	7
20	200	11429	11432	11429	11430,00	0,011430	34300	197	3

Untuk menentukan berapa besar persentase presisi sensor ultrasonik HC-SR04 arah kiri dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.8). Dimana error presisi (e) adalah ketidakmampuan sensor dalam menjalankan nilai yang sama pada saat kondisi yang serupa, error presisi (e) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9), Maka error presisi (e) dari tahap karakterisasi sensor adalah 0,07%. Sehingga nilai persentase presisi sensor ultrasonik arah kiri menggunakan persamaan (2.8) adalah 99,93%.

Hasil pengukuran yang telah dilakukan menunjukkan persentase presisi sensor ultrasonik HC-SR04 arah kiri yakni sebesar 99,93%. Nilai presisi yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa dalam pengukuran berulang, sensor ultrasonik bisa menampilkan hasil yang hampir sama untuk setiap pengukuran. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 arah kiri memiliki presisi yang tinggi.

B. Menghitung Fungsi Transfer dan Koefisien Korelasi

Langkah selanjutnya yaitu menentukan fungsi transfer dan koefisien korelasi dengan cara membuat sebuah tabel bantu pada masing-masing sensor. Dimana X adalah jarak sensor (s) dan Y adalah nilai rata-rata dari pulsa echo (t).

Tabel 4.4. Menghitung Fungsi Transfer dan Koefisien Korelasi

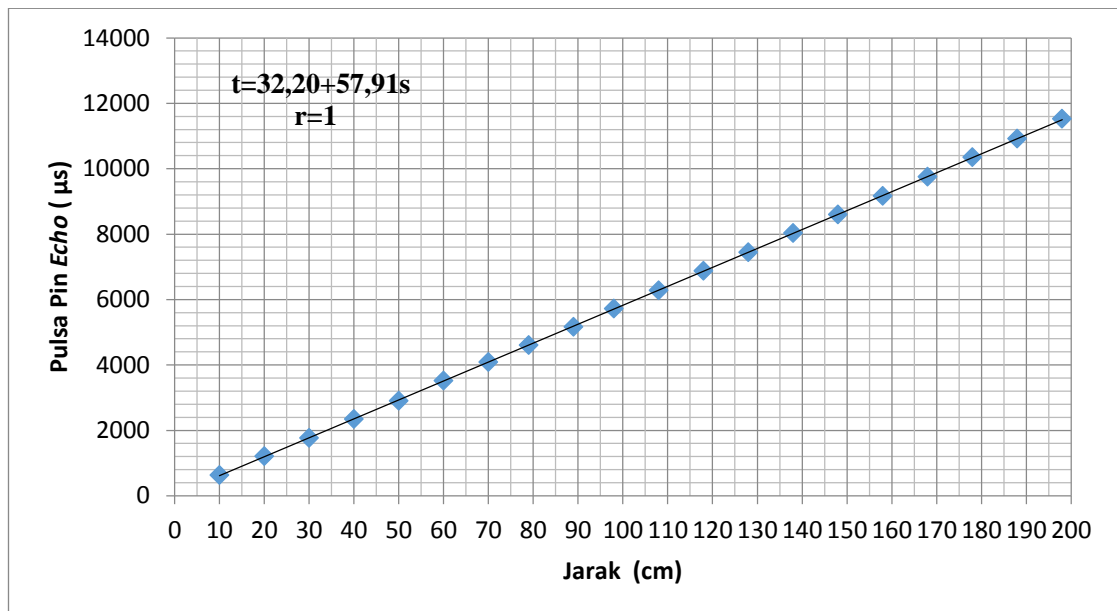
Sensor Arah Depan

No.	X_i (cm)	Y_i (μ s)	X_i^2 (cm^2)	Y_i^2 (μs^2)	$X_i Y_i$ (cm. μ s)
1	10	626,00	100	391876,00	6260,00
2	20	1209,00	400	1461681,00	24180,00
3	30	1769,33	900	3130528,65	53079,90
4	40	2343,67	1600	5492789,07	93746,80
5	50	2902,00	2500	8421604,00	145100,00
6	60	3513,00	3600	12341169,00	210780,00
7	70	4087,33	4900	16706266,53	286113,10
8	79	4604,00	6241	21196816,00	363716,00
9	89	5165,00	7921	26677225,00	459685,00
10	98	5718,00	9604	32695524,00	560364,00
11	108	6281,00	11664	39450961,00	678348,00
12	118	6871,33	13924	47215175,97	810816,94
13	128	7438,33	16384	55328753,19	952106,24
14	138	8025,00	19044	64400625,00	1107450,00
15	148	8596,33	21904	73896889,47	1272256,84
16	158	9166,00	24964	84015556,00	1448228,00
17	168	9753,33	28224	95127446,09	1638559,44
18	178	10350,30	31684	107128710,09	1842353,40
19	188	10918,70	35344	119218009,69	2052715,60
20	198	11519,30	39204	132694272,49	2280821,40
Σ	2076	120856,95	280106	946991878,20	16286680,66

Adapun hasil pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.4) menunjukkan nilai intersep (a) yakni 32,20 μ s dan nilai sensitivitas (b) sensor ultrasonik HC-SR04 arah depan yakni 57,91 μ s/cm yang berarti setiap kenaikan 1 cm akan menghasilkan t keluaran sebesar 57,91 μ s. Jadi, fungsi transfer untuk sensor ultrasonik arah depan adalah $t=32,20+57,91s$. Nilai variabel b menunjukkan nilai positif, yaitu jika salah satu variabel nilainya

semakin tinggi, maka variabel yang lain nilainya semakin tinggi juga atau sebaliknya. Dengan kata lain semakin tinggi input yang diterima sensor maka output dari sensor akan semakin tinggi.

Hasil perhitungan koefisien korelasi (r) menggunakan persamaan (2.7), sehingga didapat koefisien korelasi t yakni 0,99, nilai tersebut berada pada interval 0,8-1. Adapun persamaan fungsi transfer dan koefisien korelasi dapat digambarkan dalam bentuk grafik hubungan antara jarak dan pulsa echo pada sensor ultrasonik HC-SR04 arah depan.



Gambar 4.1. Grafik Hubungan Antara Hasil Perhitungan Jarak Sensor Arah Depan dengan Pulsa Pin *Echo*

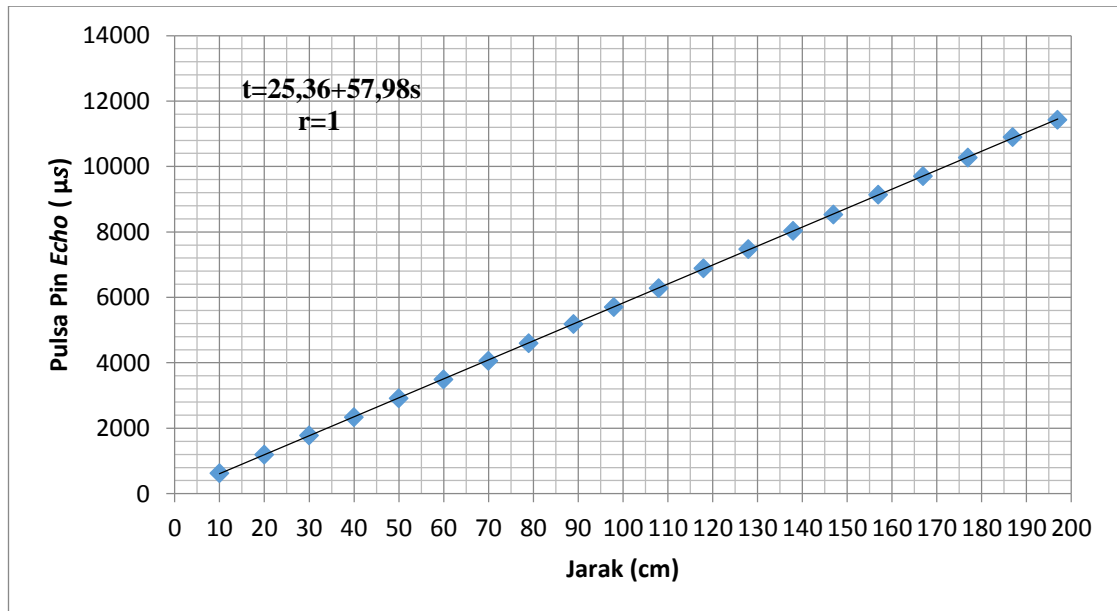
Tabel 4.5. Menghitung Fungsi Transfer dan Koefisien Korelasi
Sensor Arah Kanan

No.	X_i (cm)	Y_i (μ s)	X_i^2 (cm ²)	Y_i^2 (μ s ²)	$X_i Y_i$ (cm. μ s)
1	10	627,00	100	393129,00	6270,00
2	20	1192,33	400	1421650,83	23846,60
3	30	1783,00	900	3179089,00	53490,00
4	40	2332,67	1600	5441349,33	93306,80
5	50	2909,67	2500	8466179,51	145483,50
6	60	3488,67	3600	12170818,37	209320,20
7	70	4063,00	4900	16507969,00	284410,00
8	79	4598,33	6241	21144638,79	363268,07
9	89	5182,33	7921	26856544,23	461227,37
10	98	5698,00	9604	32467204,00	558404,00
11	108	6277,67	11664	39409140,63	677988,36
12	118	6883,00	13924	47375689,00	812194,00
13	128	7471,33	16384	55820771,97	956330,24
14	138	8031,33	19044	64502261,57	1108323,54
15	147	8530,33	21609	72766529,91	1253958,51
16	157	9140,33	24649	83545632,51	1435031,81
17	167	9707,33	27889	94232255,73	1621124,11
18	177	10275,30	31329	105581790,10	1818728,10
19	187	10896,70	34969	118738070,90	2037682,90
20	197	11428,70	38809	130615183,70	2251453,90
Σ	2070	120517,02	278036	940635898,10	16171842,01

Adapun hasil pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.4) menunjukkan nilai intersep (a) yakni 25,36 μ s dan nilai sensitivitas (b) sensor ultrasonik HC-SR04 arah kanan yakni 57,98 μ s/cm yang berarti setiap kenaikan 1 cm akan menghasilkan t keluaran sebesar 57,98 μ s. Jadi, fungsi transfer untuk sensor ultrasonik arah kanan adalah $t=25,36+57,98s$. Nilai variabel b menunjukkan nilai positif, yaitu jika salah satu variabel nilainya semakin tinggi, maka variabel yang lain nilainya semakin tinggi juga atau sebaliknya. Dengan kata lain semakin tinggi input yang diterima sensor maka output dari sensor akan semakin tinggi.

Hasil perhitungan koefisien korelasi (r) menggunakan persamaan (2.7), sehingga didapat koefisien korelasi t yakni 0,99, nilai tersebut berada pada

interval 0,8-1. Adapun persamaan fungsi transfer dan koefisien korelasi dapat digambarkan dalam bentuk grafik hubungan antara jarak dan pulsa echo pada sensor ultrasonik HC-SR04 arah kanan.



Gambar 4.2. Grafik Hubungan Antara Hasil Perhitungan Jarak Sensor Arah Kanan dengan Pulsa Pin *Echo*

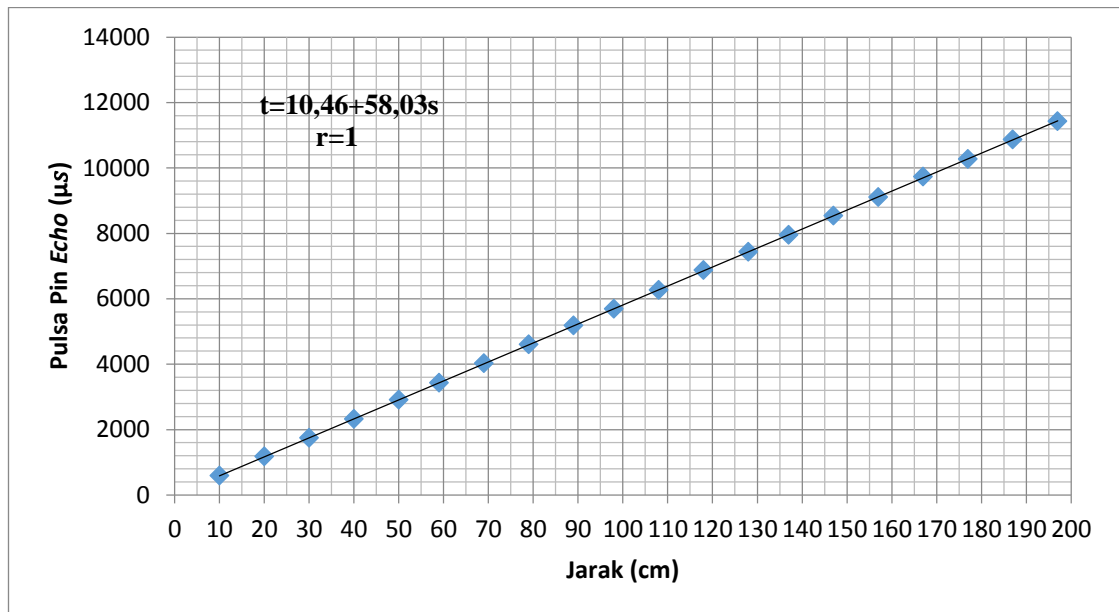
Tabel 4.6. Menghitung Fungsi Transfer dan Koefisien Korelasi Sensor Arah Kiri

No.	X_i (cm)	Y_i (μs)	X_i^2 (cm ²)	Y_i^2 (μs ²)	$X_i Y_i$ (cm.μs)
1	10	591,00	100	349281,00	5910,00
2	20	1173,33	400	1376703,29	23466,60
3	30	1741,33	900	3032230,17	52239,90
4	40	2321,67	1600	5390151,59	92866,80
5	50	2914,67	2500	8495301,21	145733,50
6	59	3433,00	3481	11785489,00	202547,00
7	69	4022,00	4761	16176484,00	277518,00
8	79	4605,33	6241	21209064,41	363821,07
9	89	5179,33	7921	26825459,25	460960,37
10	98	5694,33	9604	32425394,15	558044,34
11	108	6266,00	11664	39262756,00	676728,00
12	118	6875,67	13924	47274837,95	811329,06
13	128	7437,00	16384	55308969,00	951936,00
14	137	7947,67	18769	63165458,43	1088830,79

No.	X_i (cm)	Y_i (μ s)	X_i^2 (cm ²)	Y_i^2 (μ s ²)	$X_i Y_i$ (cm. μ s)
15	147	8543,00	21609	72982849,00	1255821,00
16	157	9110,67	24649	83004307,85	1430375,19
17	167	9731,00	27889	94692361,00	1625077,00
18	177	10270,00	31329	105472900,00	1817790,00
19	187	10864,30	34969	118033014,50	2031624,10
20	197	11430,00	38809	130644900,00	2251710,00
Σ	2067	120151,30	277503	936907911,80	16124328,72

Adapun hasil pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.4) menunjukkan nilai intersep (a) yakni 10,46 μ s dan nilai sensitivitas (b) sensor ultrasonik HC-SR04 arah kiri yakni 58,03 μ s/cm yang berarti setiap kenaikan 1 cm akan menghasilkan t keluaran sebesar 58,03 μ s. Jadi, fungsi transfer untuk sensor ultrasonik arah kiri adalah $t=10,46+58,03s$. Nilai variabel b menunjukkan nilai positif, yaitu jika salah satu variabel nilainya semakin tinggi, maka variabel yang lain nilainya semakin tinggi juga atau sebaliknya. Dengan kata lain semakin tinggi input yang diterima sensor maka output dari sensor akan semakin tinggi.

Hasil perhitungan koefisien korelasi (r) menggunakan persamaan (2.7), sehingga didapat koefisien korelasi t yakni 0,99, nilai tersebut berada pada interval 0,8-1. Adapun persamaan fungsi transfer dan koefisien korelasi dapat digambarkan dalam bentuk grafik hubungan antara jarak dan pulsa echo pada sensor ultrasonik HC-SR04 arah kiri.



Gambar 4.3. Grafik Hubungan Antara Hasil Perhitungan Jarak Sensor Arah Kiri dengan Pulsa Pin *Echo*

4.1.2. DFPlayer Mini

Ada Beberapa indikator suara yang diaktifkan pada DFPlayer Mini, suara tersebut akan terdengar melalui *headphone* ketika ada objek atau halangan terdeteksi oleh sensor ultrasonik. Beberapa indikator tersebut yaitu :

- Apabila pada jarak ≤ 100 cm (arah depan) suara akan berbunyi dengan kalimat "*Hati-Hati Ada Halangan Di Depan*" menandakan ada halangan di depan.
- Apabila pada jarak > 100 cm (arah depan) suara akan berbunyi "*Jarak Halangan Kurang Dari 150 cm*".
- Apabila pada jarak > 150 cm (arah depan) menandakan keadaan aman.
- Apabila pada jarak ≤ 50 cm (arah kanan) suara akan berbunyi "*Hati-Hati Ada Halangan Di Kanan*" menandakan ada halangan di kanan.
- Apabila pada jarak > 50 cm (arah kanan) menandakan keadaan aman.
- Apabila pada jarak ≤ 50 cm (arah kiri) suara akan berbunyi "*Hati-Hati Ada Halangan Di Kiri*" menandakan ada halangan di kiri.
- Apabila pada jarak > 50 cm (arah kiri) menandakan keadaan aman.

4.1.3. Pengujian Modul GPS

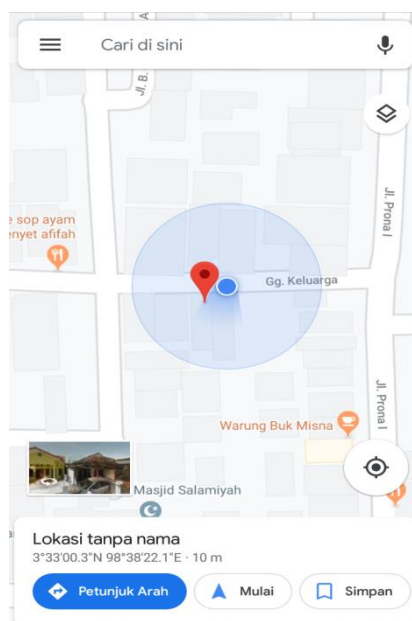
Pengujian Modul GPS bertujuan untuk mengetahui posisi koordinat pengguna alat serta keakurasian dari GPS itu sendiri.

Tabel 4.7. Pengujian Modul GPS

No.	Tempat	Datetime	Longitude (Google Maps)	Latitude (Google Maps)	Longitude (Modul)	Latitude (Modul)	Perbe daan Jarak	Akurasi
1	Di Luar Ruangan	18-01-2020 15:34:15	98,38221	3,33003	98,639481	3,550098	±10 m	Akurat
2	Di Luar Ruangan	18-01-2020 15:38:45	98,38218	3,33008	98,639381	3,550216	±10 m	Akurat
3	Di Luar Ruangan	18-01-2020 15:49:33	98,38219	3,33007	98,639420	3,550192	±10 m	Akurat



Gambar 4.4. Tampilan Data Lokasi Tunanetra pada LCD Datetime 1



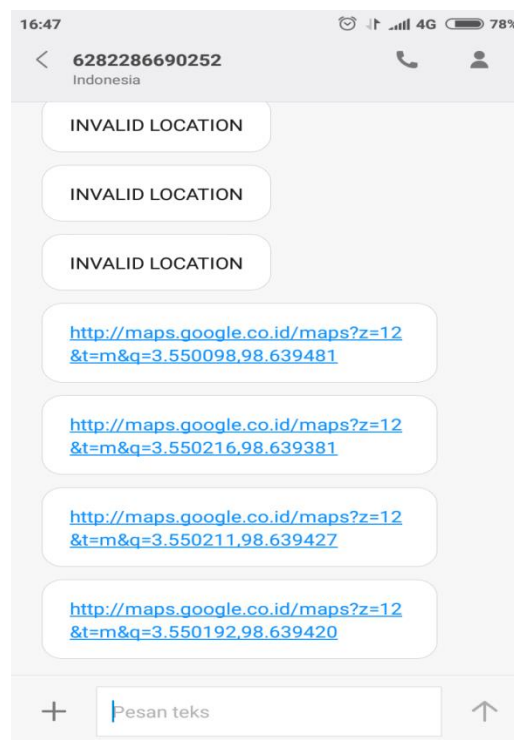
Gambar 4.5. Tampilan Data Lokasi Tunanetra via *Google Maps* Datetime 1

4.1.4. Pengujian Modul GSM

Pengujian Modul GSM bertujuan untuk menguji aktif atau tidaknya modul GSM serta menguji apakah modul mengirimkan SMS berupa posisi koordinat tunanetra. SMS akan terkirim jika ada panggilan telepon masuk ke modul GSM.

Tabel 4.8. Pengujian Modul GSM

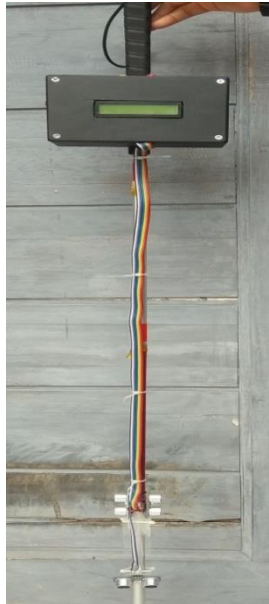
No.	Percobaan	Panggilan Telepon	SMS	Delay
1	Percobaan 1	Masuk	Terkirim	5 sekon
2	Percobaan 2	Masuk	Terkirim	5 sekon
3	Percobaan 3	Masuk	Terkirim	5 sekon



Gambar 4.6. Bentuk SMS yang Dikirim Otomatis dari Tongkat Tunanetra

4.2. Pembahasan Penelitian

Pada tahap ini akan dibahas hasil pembuatan rancang bangun pemandu ruang untuk tunanetra yang ditunjukkan oleh gambar 4.7.



Gambar 4.7. Hasil Pembuatan Prototipe Alat

Hasil dari Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa alat bantu tongkat tunanetra yang menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 mampu mendeteksi objek dimulai dari jarak 2 cm sampai 200 cm, hasil pengukuran sensor ultrasonik arah depan, kanan dan kiri menunjukkan nilai presisi yang sangat tinggi atau sesuai dengan SNI ($\geq 95\%$) dan SI ($\geq 97\%$) sebesar 99,93%, 99,92%, dan 99,93% dikarenakan pengukuran dilakukan secara berulang-berulang pada tiap-tiap sensor.

Adapun indikator berupa suara dapat diaktifkan melalui DFPlayer Mini dengan bantuan *headphone* ketika objek di sekitarnya terdeteksi. Beberapa indikator suara yang diaktifkan pada sensor ultrasonik yaitu apabila pada jarak ≤ 100 cm (arah depan) suara akan berbunyi dengan kalimat “*Hati-Hati Ada Halangan Di Depan*” menandakan ada halangan di depan, apabila pada jarak > 100 cm (arah depan) suara akan berbunyi “*Jarak Halangan Kurang Dari 150 cm*”. Apabila > 150 cm (arah depan) menandakan keadaan aman. Kemudian apabila pada jarak ≤ 50 cm (arah kanan) suara akan berbunyi “*Hati-Hati Ada*

Halangan Di Kanan” menandakan ada halangan di kanan dan apabila pada jarak ≤ 50 cm (arah kiri) suara akan berbunyi “*Hati-Hati Ada Halangan Di Kiri*” menandakan ada halangan di kiri, Apabila pada jarak > 50 cm (arah kanan dan kiri) menandakan keadaan aman.

Modul GPS dipasang pada tongkat untuk mengetahui posisi koordinat pengguna alat yang kemudian SMS berupa koordinat akan dikirim oleh modul GSM ke *handphone* keluarga apabila perintah berupa panggilan telepon diaktifkan yang kemudian teks SMS tersebut dapat diakses melalui *Google Maps*. Dari hasil penelitian yang dilakukan di luar ruangan didapat perbandingan Longitude dan Latitude dari *Google Maps* dan modul GSM memiliki perbedaan jarak ± 10 m serta memiliki delay SMS sebesar 5 sekon. Secara keseluruhan prototipe tongkat pemandu runag ini berfungsi dengan baik dan mudah digunakan.

4.3. Kelebihan dan Kekurangan Penelitian

Adapun kelebihan dan kekurangan dari rancang bangun sistem pemandu ruang ini yaitu:

1. Kelebihan

- a. Alat bantu tongkat pemandu ruang ini dapat mendeteksi objek ≤ 200 cm dengan tingkat presisi yang sangat tinggi.
- b. Alat bantu ini dapat mengeluarkan indikator suara melalui *headphone* ketika ada objek di sekitarnya.
- c. Alat bantu ini dapat menampilkan koordinat pengguna alat dan mengirimkan teks SMS berupa koordinat posisi, serta dapat diakses melalui *Google Maps*.

2. Kekurangan

- a. Alat bantu ini hanya mendeteksi objek yang ada di depan, kiri dan kanan sehingga objek di bawah tidak terdeteksi.
- b. Koordinat modul GPS aktif ketika tongkat berada di luar ruangan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Cara merancang pemandu ruang bagi tunanetra menggunakan sensor ultrasonik dan penentu lokasi berbasis ATmega2560 melalui 4 tahapan :

- a. Pendeteksian jarak dengan sensor ultrasonik, dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik sangat akurat mendeteksi halangan di sekitarnya dengan tingkat presisi yang sangat tinggi atau sesuai dengan SNI dan SI.
- b. Pengiriman pesan suara dapat diaktifkan melalui DFPlayer Mini dan *headphone* ketika objek di sekitarnya terdeteksi.
- c. Penentuan koordinat pemandu ruang antara modul GPS dan *Google Maps* memiliki perbedaan jarak ± 10 m.
- d. Pengiriman pesan koordinat dengan modul GSM memiliki delay sebesar 5 sekon.

5.2. Saran

Prototipe alat bantu tunanetra ini diharapkan dapat dikembangkan lagi dalam hal mekanik tongkat dan penambahan sensor untuk mendeteksi lubang atau halangan lainnya serta diharapkan alat bantu ini sudah terkoneksi dengan sistem IoT dan WoT.

DAFTAR PUSTAKA

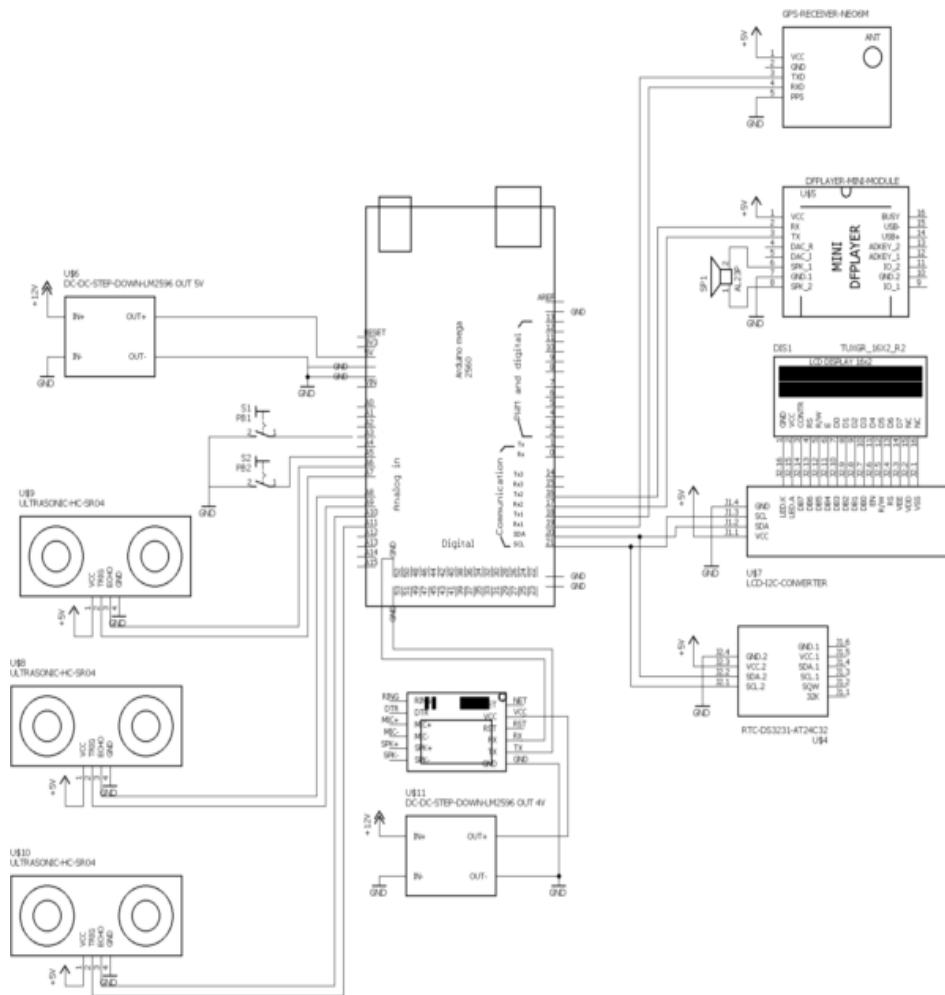
- Abdullah dan Masthura, 2018, *Sistem Pemberian dan Penyiraman Tanaman Otomatis Berdasarkan Real Time Clock dan Tingkat Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega32*, FISITEK: Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi, 2(2): 33-41.
- Adri Achmad Farhan, 2015, *Perancangan dan Implementasi Alat Bantu Tunanetra dengan Sensor Ultrasonik dan Global Positioning System (GPS)*, Jurnal e-proceeding of applied Science, 1(2): 1569-1576.
- Andreas dan Wisnu Wendanto, 2016, *Tongkat Bantu Tunanetra Pendeteksi Halangan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino*, Jurnal Ilmiah Go Infotech, 22(1): 24-30.
- Ankit Agarwal, 2015, *Ultrasonic Stick for Blind*, IJECS, 4(4): 11375-11378.
- Arga Yulianto. 2018. Rancang Bangun Alat Penghitung Biaya Pemakaian Air Rumah Berbasis Arduino Mega 2560 [Skripsi]. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- ATMEGA2560 Datasheet. (2019, 21 Juni). Diunduh dari <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/107092/ATMEL/ATMEGA2560.html>
- Boylestad, Robert dan Louis Nashelsky. 2008. *Electronic Device and Circuit Theory 7th Edition*. USA: Upper Saddle River.
- DFROBOT.(2019, 21 Juni). Diunduh dari https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer_Mini_SKU_DFR0299
- Dwi Wijayanto dkk, 2015, *Implementasi Sistem Pemanggil Antrian dengan Tampilan Seven Segment Berbasis Mikrokontroler Pada PT PLN Sukoharjo*, e-Proceeding of Applied Scince, 1(1): 847-853.
- Ecadio. (2019, 21 Juni). Diunduh dari <https://ecadio.com/jual-chip-atmega2560-au>
- Fraden, Jacob. 2004. *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs and Applications Third Edition*. California: AIP Press.
- Gunther, Gridling dan Brettina Weiss. 2007. *Introductions to Microcontrollers Version 1.4*. Austria: Embedded Computing Systems Group.

- Gusmanto, 2016, *Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini dan Pelacakan Pada Kendaraan Sepeda Motor dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano*, 1-11.
- Hasan, 2017, *Rancang Bangun Pemandu Tuna Netra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler*, Jurnal Teknologi Elektro, 16(3): 27-32.
- K.S.Manikanta, T.S.S. Phani dan A.Pavin, 2018, *Implementation and Design of Smart Blind Stick for Obstacle Detection and Navigation System*, Jurnal IJESC, 8(8): 18785-18790.
- Khairunnisa Suka. 2019. *Rancang Bangun Tongkat Untuk Penyandang Tunanetra Berbasis Arduino Uno dan Aplikasi Android [Skripsi]*. Medan: Univeristas Negeri Medan.
- Muhammad Namiruddin Al-Sugiyono. 2017. *Statistika Untuk Penelitian*. Cetakan Ke-28. Bandung: Alfabeta.
- Murial Pinto, 2017, *Smart Cane for the Visually Impaired*, American Journal of Intelligent Systems, 7(3) : 73-76.
- Pambudi, Giri Wahyu. (2019, 21 Juni). Diunduh dari <https://www.cronyos.com/cara-menggunakan-modul-gps-ublox-neo-6m-dengan-arduino/>
- Rezaarduino. (2019, 21 Juni). Diunduh dari <https://arduino.rezaervani.com/2019/03/02/modul-rtc-ds3231/>
- Santoso, Hari. 2015. *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula Versi 1*. Trenggalek: elangsakti.
- Suhaeb, Sutarsi dkk. 2017. *Mikrokontroler dan Interface*. Makassar : UNM.
- Sutarsi Suhaeb, 2016, *Desain Tongkat Elektronik Bagi Tunanetra Berbasis Sensor ultrasonik dan mikrokontroler ATmega 8535*, Jurnal Scientific Pinisi, 2(2): 131-136.
- Syam, Rafiuddin. 2013. *Dasar-Dasar Teknik Sensor*. Makassar: FT UNHAS.
- Tata Supriyadi, 2018, *Tongkat Pintar Sebagai alat Bantu Pemantau Keberadaan Penyandang Tunanetra Melalui Smartphone*, SENTER 2018, 181-191.
- Tuasikal, Muhammad Abduh. (2019, Juni 21). Diunduh dari <https://rumaysho.com/8156-orang-buta-keutamaan-dan-balasan-surga.html>

- Vicky Alvian Fergiyawan dkk, 2018, *Alat Pemandu Jalan Untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Aduino*, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, 55-60.
- Yudi Muchtar PK Siregar. 2018. Perancangan Dan Pembuatan Sistem Keamanan Rumah Menggunakan SMS Gateway Berbasis Mikrokontroler Arduino ATmega 2560 [Skripsi]. Medan: USU.
- Yurindra dan Linda, 2015, *Aplikasi Pemandu Menggunakan Sensor Ultrasonik Pada Tongkat Tuna Netra Berbasis Mikrokontroler Nano AT Mega 8*, Jurnal SISFOKOM, 4(1): 41-46.
- Zulkhairi Mohd Yusof, 2018, *Design and Analysis of a Smart Blind Stick for Visual Impairment*, IJEECS, 11(3) : 848-856.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Rangkaian



Gambar 1. Rancangan Rangkaian

Lampiran 2. Sketch Program

```
#include <Wire.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <DFPlayer_Mini_Mp3.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
char in_number[15];
char link[100];
int messageIndex = 0;
char phone[16];
char datetime[24];
int counter = 69;

float s_depan;
float s_kanan;
float s_kiri;

#include <GPRS_Shield_Arduino.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#define loc Serial1

char latitude[12];
char longitude[12];

#define MESSAGE_LENGTH 160
char message[MESSAGE_LENGTH];
#define PIN_TX 52
#define PIN_RX 53
#define BAUDRATE 9600
#define PHONE_NUMBER "085261065xxx" // no tujuan
#define MESSAGE "Tes SMS"
GPRS gprs(PIN_TX,PIN_RX,BAUDRATE);//RX,TX,BaudRate

#include <Wire.h>
#include "RTClib.h"
RTC_DS3231 rtc;
char daysOfTheWeek[7][12] = {"Sunday", "Monday", "Tuesday", "Wednesday",
"Thursday", "Friday", "Saturday"};
int ss,mm,hh,d,m,y;
char buff[50];
int state = 0;

const int trigPin = A6;
const int echoPin = A7;
```

```

const int trigPin1 = A9;
const int echoPin1 = A8;
const int trigPin2 = A10;
const int echoPin2 = A11;
int duration;
int duration1;
int duration2;
int distance;

#define pb1 A3
#define pb2 A5

void setup()
{
  pinMode(pb1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(pb2, INPUT_PULLUP);
  Serial2.begin(9600);
  mp3_set_serial(Serial2);

  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(trigPin1, OUTPUT);
  pinMode(echoPin1, INPUT);
  pinMode(trigPin2, OUTPUT);
  pinMode(echoPin2, INPUT);
  delay(1000);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  for(int x=0; x<16; x++){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" Inisialisasi ");
    lcd.setCursor(x,1);
    lcd.print(".");
    delay(1000);
  }
  Serial.begin(9600);
  loc.begin(9600);
  pinMode(pb1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(pb2, INPUT_PULLUP);

  rtc.begin();
  gprs.checkPowerUp();
  while(!gprs.init()) {
    delay(1000);
    lcd.clear();
  }
}

```

```

lcd.print("Init failed!");
}
delay(100);
while(!gprs.isNetworkRegistered())
{
delay(1000);
lcd.clear();
lcd.print("No Network!");
}
lcd.clear();
lcd.print("sending sms");
delay(1000);
// gprs.sendSMS(PHONE_NUMBER,MESSAGE);
//rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));

mp3_set_volume (25);
lcd.clear();
lcd.print("Inisialisasi Ok");
delay(2000);
lcd.clear();
}
void loop()
{
while (loc.available() > 0)
if (gps.encode(loc.read()))
displayInfo();
if (millis() > 5000 && gps.charsProcessed() < 10)
{
lcd.clear();
lcd.print("cek wiring gps");
delay(1000);
while(true);}
}
void displayInfo()
{
if (gps.location.isValid())
{
//program jam
DateTime now = rtc.now();
ss = now.second();
mm = now.minute();
hh = now.hour();
d = now.day();
m = now.month();
y = now.year();
sprintf(buff," %02d:%02d:%02d ",hh,mm,ss);

```

```

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(buff);
suara_jam(hh, mm);

//program gps
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(gps.location.lat(), 5);
lcd.print("|");
lcd.print(gps.location.lng(), 5);
strcpy(link, "http://maps.google.co.id/");
dtostrf(gps.location.lat(), 1, 6, latitude);
strcat(link,latitude);
strcat(link,"");
dtostrf(gps.location.lng(), 1, 6, longitude);
strcat(link,longitude);
strcat(link,"");
Serial.print(link);
if(gprs.isCallActive(in_number)){
delay(1000);
gprs.hangup();
delay(1000);
}
music();
}
else
{
DateTime now = rtc.now();
ss = now.second();
mm = now.minute();
hh = now.hour();
d = now.day();
m = now.month();
y = now.year();
sprintf(buff," %02d:%02d:%02d ",hh,mm,ss);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(buff);
suara_jam(hh, mm);

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(F("INVALID LOCATION"));

if(gprs.isCallActive(in_number)){
delay(1000);
gprs.hangup();
delay(1000);
}
}

```

```

Serial.print(F("INVALID"));
music();
}

Serial.println();
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
s_depan = (duration * 0.034/2);
delay(500);

digitalWrite(trigPin1, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin1, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin1, LOW);
duration1 = pulseIn(echoPin1, HIGH);
s_kanan = (duration1 * 0.034/2);
delay(500);

digitalWrite(trigPin2, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin2, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin2, LOW);
duration2 = pulseIn(echoPin2, HIGH);
s_kiri = (duration2 * 0.034/2);

Serial.print("DEPAN : ");Serial.println(s_depan,0);
Serial.print("KANAN : ");Serial.println(s_kanan,0);
Serial.print("KIRI : ");Serial.println(s_kiri,0);
if (s_depan > 0 && s_depan <= 100){mp3_play (61);delay(3000);}
else if (s_depan >= 100 && s_depan <= 150){mp3_play (67);delay(3000);}
else if (s_kanan > 0 && s_kanan <= 50){mp3_play (62);delay(3000);}
else if (s_kiri > 0 && s_kiri <= 50){mp3_play (63);delay(3000);}
}
//deklarasi fungsi ultrasonic
void ultrasonic(float depan, float kanan, float kiri){
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);

```



```

duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
depan = (duration *0.034/2);

digitalWrite(trigPin1, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin1, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin1, LOW);
duration1 = pulseIn(echoPin1, HIGH);
kanan = (duration1*0.034/2);

digitalWrite(trigPin2, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin2, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin2, LOW);
duration2 = pulseIn(echoPin2, HIGH);
kiri = (duration2*0.034/2);}

//deklarasi fungsi suara jam
if (digitalRead(pb2) == 0){
if (a == 0){
mp3_play (66);
delay(1500);
mp3_play (a);
delay(2200);}
else {
mp3_play (66);
delay(1500);
mp3_play (a);
delay(2200);
mp3_play (64);
delay(800);
mp3_play (b);
delay(1800);
mp3_play (65);
delay(100);}
}
}

void music(){
if (digitalRead(pb1)==0){
counter++;
if (counter < 70){counter == 70;}
if (counter > 83){counter == 70;}
mp3_play (counter);}
}

```

Lampiran 3. Data Hasil Pengukuran

1. Sensor Ultrasonik Arah Depan

No.	s (cm)	Kondisi
1	10	Hati-Hati Ada Halangan Di Depan
2	20	Hati-Hati Ada Halangan Di Depan
3	30	Hati-Hati Ada Halangan Di Depan
4	40	Hati-Hati Ada Halangan Di Depan
5	50	Hati-Hati Ada Halangan Di Depan
6	60	Hati-Hati Ada Halangan Di Depan
7	70	Hati-Hati Ada Halangan Di Depan
8	80	Hati-Hati Ada Halangan Di Depan
9	90	Hati-Hati Ada Halangan Di Depan
10	100	Hati-Hati Ada Halangan Di Depan
11	110	Jarak Halangan Kurang Dari 150 cm
12	120	Jarak Halangan Kurang Dari 150 cm
13	130	Jarak Halangan Kurang Dari 150 cm
14	140	Jarak Halangan Kurang Dari 150 cm
15	150	Jarak Halangan Kurang Dari 150 cm
16	160	Kondisi Aman
17	170	Kondisi Aman
18	180	Kondisi Aman
19	190	Kondisi Aman
20	200	Kondisi Aman

2. Sensor Ultrasonik Arah Kanan

No.	s (cm)	Kondisi
1	10	Hati-Hati Ada Halangan Di Kanan
2	20	Hati-Hati Ada Halangan Di Kanan
3	30	Hati-Hati Ada Halangan Di Kanan
4	40	Hati-Hati Ada Halangan Di Kanan
5	50	Hati-Hati Ada Halangan Di Kanan
6	60	Kondisi Aman
7	70	Kondisi Aman
8	80	Kondisi Aman
9	90	Kondisi Aman
10	100	Kondisi Aman
11	110	Kondisi Aman
12	120	Kondisi Aman
13	130	Kondisi Aman
14	140	Kondisi Aman
15	150	Kondisi Aman

16	160	Kondisi Aman
17	170	Kondisi Aman
18	180	Kondisi Aman
19	190	Kondisi Aman
20	200	Kondisi Aman

3. Sensor Ultrasonik Arah Kiri

No.	S (cm)	Kondisi
1	10	Hati-Hati Ada Halangan Di Kiri
2	20	Hati-Hati Ada Halangan Di Kiri
3	30	Hati-Hati Ada Halangan Di Kiri
4	40	Hati-Hati Ada Halangan Di Kiri
5	50	Hati-Hati Ada Halangan Di Kiri
6	60	Kondisi Aman
7	70	Kondisi Aman
8	80	Kondisi Aman
9	90	Kondisi Aman
10	100	Kondisi Aman
11	110	Kondisi Aman
12	120	Kondisi Aman
13	130	Kondisi Aman
14	140	Kondisi Aman
15	150	Kondisi Aman
16	160	Kondisi Aman
17	170	Kondisi Aman
18	180	Kondisi Aman
19	190	Kondisi Aman
20	200	Kondisi Aman

Persamaan (2.1)

1. Sensor Ultrasonik Arah Depan

Pada Jarak 10 cm

$t = 0,000626$ s, $v = 34300$ cm/s

$$s = \frac{v \times t}{2} = \frac{34300 \times 0,000626}{2} = 10,74 \text{ cm}$$

Tabel 4.1. Menghitung Jarak Sensor Arah Depan

No.	Jarak Meteran (s_n) (cm)	t (s)	v (cm/s)	s (cm)	Ralat (%) $\left \frac{s_n - s}{s_n} \right \times 100\%$
1	10	0,000626	34300	10,74	6,89
2	20	0,001209	34300	20,73	3,52
3	30	0,001769	34300	30,34	1,12
4	40	0,002344	34300	40,20	0,50
5	50	0,002902	34300	49,77	0,46
6	60	0,003513	34300	60,25	0,41
7	70	0,004087	34300	70,09	0,13
8	80	0,004604	34300	78,96	0,01
9	90	0,005165	34300	88,58	1,57
10	100	0,005718	34300	98,06	1,94
11	110	0,006281	34300	107,72	2,07
12	120	0,006871	34300	117,84	1,80
13	130	0,007438	34300	127,56	1,88
14	140	0,008025	34300	137,63	1,69
15	150	0,008596	34300	147,42	1,72
16	160	0,009166	34300	157,20	1,75
17	170	0,009753	34300	167,26	1,61
18	180	0,010350	34300	177,50	1,38
19	190	0,010919	34300	187,26	1,44
20	200	0,011519	34300	197,55	1,23

2. Sensor Ultrasonik Arah Kanan

Pada Jarak 10 cm

$t = 0,000627$ s, $v = 34300$ cm/s

$$s = \frac{v \times t}{2} = \frac{34300 \times 0,000627}{2} = 10,75 \text{ cm}$$

Tabel 4.2. Menghitung Jarak Sensor Arah Kanan

No.	Jarak Meteran (s_n) (cm)	t (s)	v (cm/s)	s (cm)	Ralat (%) $\left \frac{s_n - s}{s_n} \right \times 100\%$
1	10	0,000627	34300	10,75	6,98
2	20	0,001192	34300	20,44	2,15
3	30	0,001783	34300	30,58	1,90
4	40	0,002333	34300	40,01	0,02
5	50	0,002909	34300	49,89	0,22
6	60	0,003489	34300	59,84	0,26
7	70	0,004063	34300	69,68	0,46
8	80	0,004598	34300	78,86	1,43
9	90	0,005182	34300	88,87	1,26
10	100	0,005698	34300	97,72	2,28
11	110	0,006278	34300	107,67	2,12
12	120	0,006883	34300	118,04	1,63
13	130	0,007471	34300	128,13	1,44
14	140	0,008031	34300	137,73	1,62
15	150	0,008530	34300	146,29	2,47
16	160	0,009140	34300	156,75	2,03
17	170	0,009707	34300	166,46	2,08
18	180	0,010275	34300	176,22	2,10
19	190	0,010897	34300	186,88	1,64
20	200	0,011429	34300	196,01	2,00

3. Sensor Ultrasonik Arah Kiri

Pada Jarak 10 cm

t= 0,000591 s, v= 34300 cm/s

$$s = \frac{v \times t}{2} = \frac{34300 \times 0,000591}{2} = 10,14 \text{ cm}$$

Tabel 4.3. Menghitung Jarak Sensor Arah Kiri

No.	Jarak Meteran (s_n) (cm)	t (s)	v (cm/s)	s (cm)	Ralat (%) $\left \frac{s_n - s}{s_n} \right \times 100\%$
1	10	0,000591	34300	10,14	1,38
2	20	0,001173	34300	20,11	0,55
3	30	0,001741	34300	29,86	0,47
4	40	0,002322	34300	39,82	0,45
5	50	0,002915	34300	49,99	0,02
6	60	0,003433	34300	58,88	1,87
7	70	0,004022	34300	68,98	1,46
8	80	0,004605	34300	78,96	1,30
9	90	0,005179	34300	88,82	1,31
10	100	0,005694	34300	97,65	2,35
11	110	0,006266	34300	107,46	2,31
12	120	0,006876	34300	117,92	1,73
13	130	0,007437	34300	127,54	1,89
14	140	0,007948	34300	136,31	2,64
15	150	0,008543	34300	146,51	2,33
16	160	0,009111	34300	156,25	2,34
17	170	0,009731	34300	166,89	1,83
18	180	0,010270	34300	176,13	2,15
19	190	0,010864	34300	186,32	1,94
20	200	0,011430	34300	196,02	1,99

Persamaan (2.8) dan Persamaan (2.9)

1. Sensor Ultrasonik Arah Depan

$$e = \frac{8}{11520} \times 100\% = 0,069\%$$

$$\text{presisi} = 100\% - 0,069\% = 99,93\%$$

2. Sensor Ultrasonik Arah Kanan

$$e = \frac{9}{11430} \times 100\% = 0,079\%$$

$$\text{presisi} = 100\% - 0,079\% = 99,92\%$$

3. Sensor Ultrasonik Arah Kiri

$$e = \frac{8}{11432} \times 100\% = 0,07\%$$

$$\text{presisi} = 100\% - 0,07\% = 99,93\%$$

Persamaan (2.5) dan Persamaan (2.6)

1. Sensor Ultrasonik Arah Depan

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$
$$a = \frac{(120856,95)(280106) - (2076)(16286680,66)}{20(280106) - (2076)^2}$$
$$a = \frac{41607786,54}{1292344}$$
$$a = 32,20 \mu s$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{20(16286680,66) - (2076)(120856,95)}{20(280106) - (2076)^2}$$

$$b = \frac{74834585}{1292344}$$

$$b = 57,91 \text{ } \mu\text{s/cm}$$

2. Sensor Ultrasonik Arah Kanan

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$a = \frac{(120517,02)(278036) - (2070)(16171842,01)}{20(278036) - (2070)^2}$$

$$a = \frac{32357212,02}{1275820}$$

$$a = 25,36 \text{ } \mu\text{s}$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{20(16171842,01) - (2070)(120517,02)}{20(278036) - (2070)^2}$$

$$b = \frac{73966608,8}{1275820}$$

$$b = 57,98 \text{ } \mu\text{s/cm}$$

3. Sensor Ultrasonik Arah Kiri

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$
$$a = \frac{(120151,30)(277503) - (2067)(16124328,72)}{20(277503) - (2067)^2}$$
$$a = \frac{13358739,66}{1277571}$$
$$a = 10,46 \mu s$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$
$$b = \frac{20(16124328,72) - (2067)(120151,30)}{20(277503) - (2067)^2}$$
$$b = \frac{74133837,30}{1277571}$$
$$b = 58,03 \mu s/cm$$

Persamaan (2.7)

1. Sensor Ultrasonik Arah Depan

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}}$$
$$r = \frac{20(16286680,66) - (2076)(120856,95)}{\sqrt{(20(280106) - (2076)^2)(20(946991878,20) - (120856,95)^2)}}$$
$$r = \frac{74834585}{74835078,6} = 0,99$$

2. Sensor Ultrasonik Arah Kanan

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}}$$
$$r = \frac{20(16171842,01) - (2070)(120517,02)}{\sqrt{(20(278036) - (2070)^2)(20(940635898,10) - (120517,02)^2)}}$$
$$r = \frac{73966608,8}{73967445,01} = 0,99$$

3. Sensor Ultrasonik Arah Kiri

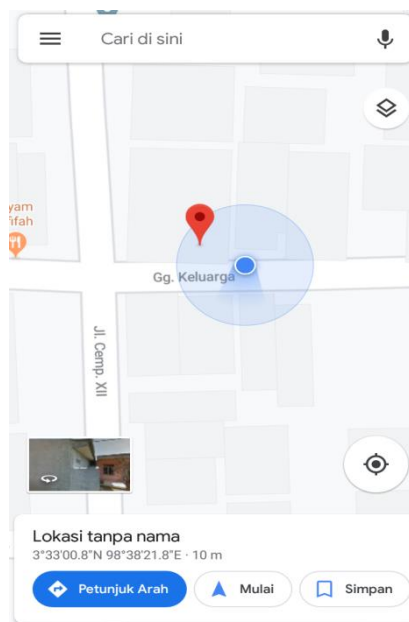
$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}}$$
$$r = \frac{20(16124328,72) - (2067)(120151,30)}{\sqrt{(20(277503) - (2067)^2)(20(936907911,80) - (120151,30)^2)}}$$
$$r = \frac{74133837,3}{74134234,68} = 0,99$$

Lampiran 4. Pengujian Modul GPS

1. Datetime 2



Gambar 1. Tampilan Data Lokasi Tunanetra pada LCD

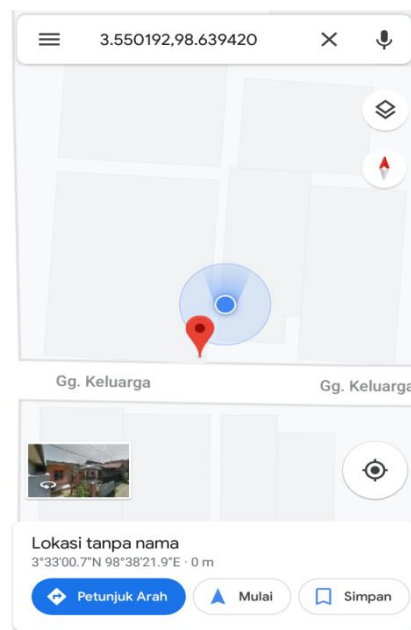


Gambar 2. Tampilan Data Lokasi Tunanetra via *Google Maps*

2. Datetime 3

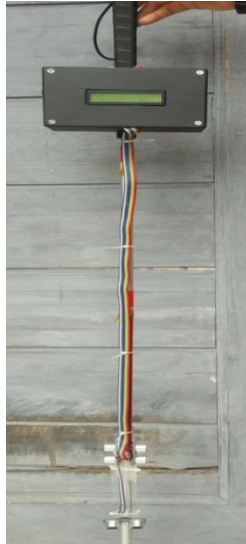


Gambar 3. Tampilan Data Lokasi Tunanetra pada LCD



Gambar 4. Tampilan Data Lokasi Tunanetra via *Google Maps*

Lampiran 5. Gambar Prototipe Alat



Gambar 1. Gambar Keseluruhan Alat



Gambar 2. Tampilan Data Lokasi dengan Tampilan LCD



Gambar 3. Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 4. Pengujian Alat Secara Langsung



Gambar 5. Pengujian Prototipe Sistem Pemandu Ruang Tunanetra

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kotanopan, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara pada tanggal 13 Desember 1996, sebagai anak ketujuh dari tujuh bersaudara, dari Bapak Bahrumsyah Nasution (Alm) dan Ibu Misbah Lubis.

Pendidikan penulis dimulai dari tingkat dasar di SD Negeri 142618 Kotanopan (2002-2008), Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di SMP Negeri 1 Kotanopan (2008-2011), dan Sekolah Lanjutan Tingkat Atas di SMA Negeri 1 Kotanopan (2011-2014).

Penulis menempuh masa perkuliahan di Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Medan. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjabat sebagai anggota di Ikatan Mahasiswa Mandailing Natal (IMA MADINA) pada tahun 2015, Ketua Departemen Keislaman Ikatan Mahasiswa Fisika (IMF) pada tahun 2017, Ketua Departemen Keislaman Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Fisika pada tahun 2017-2018, dan juga aktif di beberapa kegiatan kemahasiswaan. Penulis lulus pada tahun 2020 dan mendapat gelar Sarjana Sains.